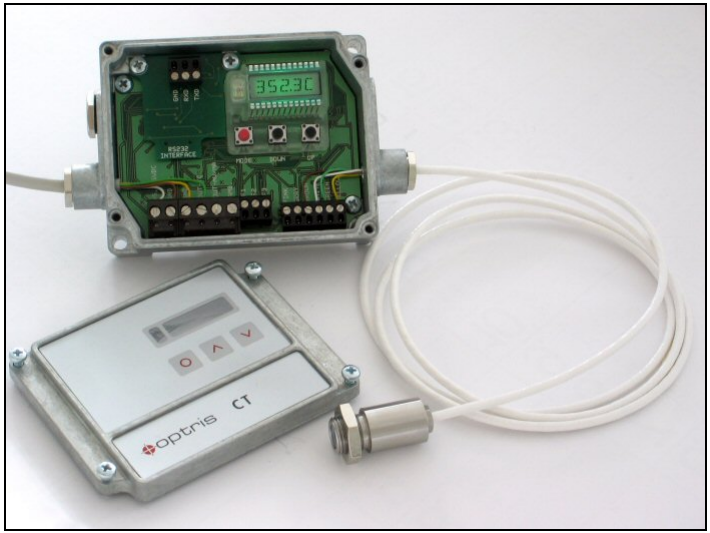
optris® CT

LT/ 1M/ 2M/ 3M/ G5/ P7

Infrarotsensor



Bedienungsanleitung

optris
infrared thermometers

Messtechnik Schaffhausen GmbH
Mühlenstrasse 4, CH-8260 Stein am Rhein
Telefon +41 52-672 50 00
Telefax +41 52-672 50 01
www.mts.ch, e-mail: info@mts.ch

Messen Prüfen Automatisieren www.mts.ch

CE-Konformitätserklärung

Das Gerät entspricht den folgenden Anforderungen:

EMC:	EN 61326-1:2006
	(Grundlegende Prüfanforderungen)
	EN 61326-2-3:2006
Sicherheit:	EN 61010-1:2001
Lasersicherheit:	EN 60825-1:2007

Das Produkt erfüllt die Anforderungen der EMV-Richtlinie 2004/108/EG und der Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG.

Lesen Sie diese Bedienungsanleitung vor der ersten Inbetriebnahme des Gerätes aufmerksam durch.
Der Hersteller behält sich im Interesse der technischen Weiterentwicklung das Recht auf Änderungen der in dieser Anleitung angegebenen Spezifikationen vor. Verweise auf andere Kapitel werden durch [► ...] gekennzeichnet.

Gewährleistung

Sollten trotz sorgfältiger Qualitätskontrolle Gerätedefekte auftreten, bitten wir Sie, sich umgehend mit unserem Kundendienst in Verbindung zu setzen. Die Gewährleistungsfrist beträgt 24 Monate ab Lieferdatum. Nach diesem Zeitraum gibt der Hersteller im Reparaturfall eine 6-monatige Gewährleistung auf alle reparierten oder ausgetauschten Gerätekomponenten. Nicht unter die Gewährleistung fallen Schäden, die durch unsachgemäße Behandlung, Öffnung des Gerätes oder Gewalteinwirkung entstanden sind. Der Hersteller haftet nicht für etwaige Folgeschäden. Im Falle eines Gerätefehlers während der Gewährleistungszeit erfolgt eine kostenlose Instandsetzung bzw. Kalibrierung des Gerätes. Die Frachtkosten werden vom jeweiligen Absender getragen. Der Hersteller behält sich den Umtausch des Gerätes oder von Teilen des Gerätes anstelle einer Reparatur vor. Ist der Fehler auf eine missbräuchliche Verwendung oder auf Gewalteinwirkung zurückzuführen, werden die Kosten vom Hersteller in Rechnung gestellt. In diesem Fall wird vor Beginn der Reparatur auf Wunsch ein Kostenvoranschlag erstellt.

Inhalt

	Seite		Seite
Beschreibung	**3**	Masseverbindung	41
Lieferumfang	3	Austauschen des Messkopfes	42
Wartung	3	**Aus- und Eingänge**	**44**
Hinweise	4	Analogausgänge	44
Modellübersicht	4	Digitale Schnittstellen	45
Werksvoreinstellung	5	Relaisausgänge	45
Technische Daten	**7**	Funktionseingänge	46
Allgemeine Spezifikation	7	Alarme	47
Elektrische Spezifikation	8	**Bedienung**	**48**
Messtechnische Spezifikation [LT-Modelle]	9	Sensoreinstellungen	48
Messtechnische Spezifikation [CTfast/ CThot]	10	Fehlermeldungen	54
Messtechnische Spezifikation [1M/ 2M-Modelle]	11	**Software CompactConnect**	**55**
Messtechnische Spezifikation [3M-Modelle]	12	Installation	55
Messtechnische Spezifikation [3M/ G5-Modelle]	13	Kommunikationseinstellungen	56
Messtechnische Spezifikation [P7-Modelle]	14	**Prinzip der Infrarot-Temperaturmessung**	**59**
Optische Diagramme	15	**Emissionsgrad**	**60**
CF-Vorsatzoptik und Schutzfenster	23	Definition	60
Mechanische Installation	**27**	Bestimmung eines unbekannten Emissionsgrades	60
Montagezubehör	29	Charakteristische Emissionsgrade	61
Freiblasvorsätze	30	**Anhang A – Emissionsgradtabelle Metalle**	**62**
Weiteres Zubehör	32	**Anhang B – Emissionsgradtabelle Nichtmetalle**	**64**
Elektrische Installation	**38**	**Anhang C – Adaptive Mittelwertbildung**	**65**
Anschluss der Kabel	38		

Beschreibung

Die Sensoren der Serie optris CT sind berührungslos messende Infrarot-Temperatursensoren.
Sie messen die von Objekten emittierte Infrarotstrahlung und berechnen auf dieser Grundlage die Oberflächentemperatur **[► Prinzip der Infrarot-Temperaturmessung]**. Das Sensorgehäuse des CT-Messkopfes besteht aus Edelstahl (Schutzgrad IP65/ NEMA-4) – die Auswerteelektronik ist in einem separaten Zink-Druckgussgehäuse untergebracht.

Die CT - Sensoren sind empfindliche optische Systeme. Die Montage sollte deshalb ausschließlich über das vorhandene Gewinde erfolgen.
Vermeiden Sie bitte grobe mechanische Gewalt am Messkopf, da dies zur Zerstörung führen kann und in diesem Fall jegliche Gewährleistungsansprüche entfallen.

Lieferumfang

- CT-Messkopf mit Anschlusskabel und Auswerteelektronik
- Montagemutter
- Bedienungsanleitung

Wartung

Linsenreinigung: Lose Partikel können mit sauberer Druckluft weggeblasen werden. Die Linsenoberfläche kann mit einem weichen, feuchten Tuch (befeuchtet mit Wasser oder einem wasserbasierten Glasreiniger) gereinigt werden.

ACHTUNG: Bitte benutzen Sie auf keinen Fall lösungsmittelhaltige Reinigungsmittel (weder für die Optik noch für das Gehäuse).

Hinweise

Vermeiden Sie abrupte Änderungen der Umgebungstemperatur. Sollten Probleme oder Fragen bei der Arbeit mit Ihrem CT auftreten, wenden Sie sich bitte an die Mitarbeiter unserer Serviceabteilung.

Modellübersicht

Die Sensoren der CT-Serie sind in folgenden Basisvarianten lieferbar:

Modell	Kurzbezeichnungen	Messbereich	spektrale Empfindlichkeit	typische Anwendungen
CT LT	LT02/ LT15/ LT22	-50 bis 975 °C	8-14 µm	nichtmetallische Oberflächen
CT fast	LT15F/ LT25F	-50 bis 975 °C	8-14 µm	schnelle Prozesse
CT hot	LT02H/ LT10H	-40 bis 975 °C	8-14 µm	hohe Umgebungs-temperaturen (bis 250 °C)
CT 1M	1ML/ 1MH	485 bis 1800 °C	1 µm	Metalle und Keramiken
CT 2M	2ML/ 2MH	250 bis 1600 °C	1,6 µm	Metalle und Keramiken
CT 3M	3ML/ 3MH-H3	50 bis 1800 °C	2,3 µm	Metalle bei geringen Objekt-temperaturen (ab 50 °C)
CT G5	G5L/ G5H	100 bis 1650 °C	5,2 µm	Glastemperaturen
CT P7	P7	0 bis 500 °C	7,9 µm	Temperatur von dünnen Kunststofffolien

In dieser Bedienungsanleitung werden im Folgenden ausschließlich die Kurzbezeichnungen verwendet. Bei den Modellen 1M, 2M, 3M und G5 wird der Gesamtmessbereich jeweils in 2 Teilbereiche (L und H) unterteilt.

Werksvoreinstellung

Die Geräte haben bei Auslieferung folgende Voreinstellungen:

Signalausgabe Objekttemperatur	0-5 V
Emissionsgrad	0,970 [LT/ G5/P7] 1,000 [1M/ 2M/ 3M]
Transmission	1,000
Mittelwertbildung (AVG)	0,2 s LT15F/ LT25F: 0,1 s 1M/ 2M/ 3M: 0,001 s
Smart Averaging	inaktiv LT15F, LT25F, 1M, 2M, 3M: aktiv
Maximalwerthaltung (MAX)	inaktiv
Minimalwerthaltung (MIN)	inaktiv

Unter **Smart Averaging** oder **Adaptiver Mittelwertbildung** versteht man eine dynamische Anpassung der Mittelwertbildung an steile Signalflanken [Aktivierung nur über Software möglich].
[► Anhang C]

	LT	1ML	1MH	2ML	2MH	3ML	3MH	3MH1	3MH2
untere Grenze Temperaturbereich [°C]	0	485	650	250	385	50	100	150	200
obere Grenze Temperaturbereich [°C]	500	1050	1800	800	1600	400	600	900	1200
untere Alarmgrenze [°C] (Normal geschlossen)	30	600	800	350	500	100	250	350	550
obere Alarmgrenze [°C] (Normal offen)	100	900	1400	600	1200	300	500	600	1000

untere Grenze Ausgang	0 V
obere Grenze Ausgang	5 V
Temperatureinheit	°C
Umgebungstemperaturkompensation (bei LT, G5 und P7 Ausgabe an OUT-AMB als 0-5 V-Signal)	interner Messkopftemperaturfühler
Baudrate [kBaud]	115

	3MH3	G5L	G5H	P7
untere Grenze Temperaturbereich [°C]	350	100	250	0
obere Grenze Temperaturbereich [°C]	1800	1200	1650	500
untere Alarmgrenze [°C] (Normal geschlossen)	750	200	350	30
obere Alarmgrenze [°C] (Normal offen)	1200	500	900	100
untere Grenze Ausgang	0 V			
obere Grenze Ausgang	5 V			
Temperatureinheit	°C			
Umgebungstemperaturkompensation (bei LT, G5 und P7 Ausgabe an OUT-AMB als 0-5 V-Signal)	interner Messkopftemperaturfühler			
Baudrate [kBaud]	115			

Technische Daten

Allgemeine Spezifikation

	Messkopf	Elektronik-Box
Schutzgrad	IP65 (NEMA-4)	IP65 (NEMA-4)
Umgebungstemperatur	siehe: Messtechnische Spezifikation	-20...85 °C
Lagertemperatur	siehe: Messtechnische Spezifikation	-40...85 °C
Relative Luftfeuchtigkeit	10...95%, nicht kondensierend	10...95%, nicht kondensierend
Material	Edelstahl	Zink, gegossen
Abmessungen	28 mm x 14 mm, M12x1	89 mm x 70 mm x 30 mm
Abmessungen CThot	55 mm x 29,5 mm, M18x1 (mit Massivgehäuse)	
Gewicht	40 g	420 g
Gewicht CThot	205 g (mit Massivgehäuse)	
Kabellänge	1 m (nur LT02, LT15, LT22, CTfast) 3 m (Standard bei CThot, 1M, 2M, 3M, G5 und P7) [1)] 8 m 15 m	
Kabeldurchmesser	2,8 mm	
Umgebungstemperatur Kabel	max. 180 °C [Hochtemperaturkabel für CThot: 250 °C]	
Vibration	IEC 68-2-6: 3G, 11 – 200Hz, jede Achse	
Schock	IEC 68-2-27: 50G, 11ms, jede Achse	
Software (optional)	CompactConnect	

[1)] Die 3M-Modelle sind ausschließlich mit 3 m Kabel erhältlich.

Elektrische Spezifikation

Spannungsversorgung	8–36 VDC
Stromverbrauch	max. 100 mA
Ausgänge/ analog	
Kanal 1	wahlweise: 0/ 4–20 mA, 0–5/ 10 V, Thermoelement (J oder K) bzw. Alarmausgang (Signalquelle: Objekttemperatur)
Kanal 2 [nur LT/ G5/ P7]	Messkopftemperatur [-20...180 °C/ -20...250 °C bei LT02H und LT10H] als 0–5 V oder 0–10 V bzw. Alarmausgang (Signalquelle umschaltbar auf Objekttemperatur oder Elektronikboxtemperatur bei Nutzung als Alarmausgang)
Alarmausgang	Open-collector-Ausgang am Pin AL2 [24 V/ 50 mA]
Ausgangsimpedanzen	
mA	max. Schleifenwiderstand 500 Ω (bei 8 -36 VDC),
mV	min. 100 KΩ Lastwiderstand
Thermoelement	20 Ω
Digitale Schnittstellen	USB, RS232, RS485, CAN, Profibus DP, Ethernet (über optionale Steckmodule)
Relaisausgang	2 x 60 VDC/ 42 VAC_{eff}, 0,4 A; potentialfrei (optionales Steckmodul)
Funktionseingänge	F1 bis F3; über Software programmierbar für folgende Funktionen: - externe Emissionsgradeinstellung, - Hintergrundstrahlungskompensation, - Trigger (Rücksetzen der Haltefunktionen)

Messtechnische Spezifikation [LT-Modelle]

	LT02	LT15	LT22
Temperaturbereich (skalierbar)	-50...600 °C	-50...600 °C	-50...975 °C
Umgebungstemperatur (Kopf)	-20...130 °C	-20...180 °C	-20...180 °C
Lagertemperatur (Kopf)	-40...130 °C	-40...180 °C	-40...180 °C
Spektralbereich	8...14 μm	8...14 μm	8...14 μm
Optische Auflösung	2:1	15:1	22:1
Systemgenauigkeit [1) 2)]	±1°C oder ±1% [3)]	±1°C oder ±1% [3)]	±1°C oder ±1% [3)]
Reproduzierbarkeit [1)]	±0,5°C oder ±0,5% [3)]	±0,5°C oder ±0,5% [3)]	±0,5°C oder ±0,5% [3)]
Temperaturkoeffizient [5)]	±0,05 K/ K oder ±0,05 %/ K (es gilt der jeweils größere Wert)		
Temperaturauflösung (NETD)	0,1 °C [3) 4)]	0,1 °C [3) 4)]	0,1 °C [3) 4)]
Einstellzeit (95 % Signal)	150 ms	150 ms	150 ms
Aufwärmzeit	10 min	10 min	10 min
Emissionsgrad/ Verstärkung	0,100...1,100 (einstellbar über Programmiertasten oder Software)		
Transmissionsgrad	0,100...1,000 (einstellbar über Programmiertasten oder Software)		
Signalverarbeitung	Mittelwert, MAX, MIN (einstellbar über Programmiertasten oder Software)		

[1)] bei Umgebungstemperatur 23±5 °C; der jeweils größere Wert gilt
[2)] Genauigkeit bei Nutzung des Thermoelement-Ausgangs: ±2,5°C oder ±1%
[3)] bei Objekttemperaturen >0 °C, $\varepsilon = 1$
[4)] bei einer Zeitkonstante von 100 ms und einer Objekttemperatur von 25 °C
[5)] für Umgebungstemperaturen (Messkopf) <18 °C und >28 °C

Bei den LT02-Modellen darf das Messkopfkabel während der Messung nicht bewegt werden.

Messtechnische Spezifikation [CTfast/ CThot]

	LT15F	LT25F	LT02H	LT10H
Temperaturbereich (skalierbar)	-50...975 °C	-50...975 °C	-40...975 °C	-40...975 °C
Umgebungstemperatur (Kopf)	-20...120 °C	-20...120 °C	-20...250 °C	-20...250 °C
Lagertemperatur (Kopf)	-40...120 °C	-40...120 °C	-40...250 °C	-40...250 °C
Spektralbereich	8...14 μm	8...14 μm	8...14 μm	8...14 μm
Optische Auflösung	15:1	25:1	2:1	10:1
Systemgenauigkeit [1) 2)]	------- ±2°C oder ±1% [3)] -------		------ ±1,5°C oder ±1% [3)] ------	
Reproduzierbarkeit [1)]	--- ±0,75°C oder ±0,75% [3)] ---		----- ±0,5°C oder ±0,5% [3)] -----	
Temperaturkoeffizient [5)]	±0,05 K/ K oder ±0,05 %/ K (es gilt der jeweils größere Wert)			
Temperaturauflösung (NETD)	0,2 °C [3) 4)]	0,4 °C [3) 4)]	0,25 °C [3) 4)]	0,25 °C [3) 4)]
Einstellzeit (90 % Signal)	9 ms	6 ms	100 ms	100 ms
Erfassungszeit (50 % Signal)	4 ms	3 ms	-	-
Aufwärmzeit	10 min	10 min	10 min.	10 min
Emissionsgrad/ Verstärkung	0,100...1,100 (einstellbar über Programmiertasten oder Software)			
Transmissionsgrad	0,100...1,000 (einstellbar über Programmiertasten oder Software)			
Signalverarbeitung	Mittelwert, MAX, MIN (einstellbar über Programmiertasten oder Software)			

[1)] bei Umgebungstemperatur 23±5 °C; der jeweils größere Wert gilt
[2)] Genauigkeit bei Nutzung des Thermoelement-Ausgangs: ±2,5°C oder ±1%
[3)] bei Objekttemperaturen ≥ 20 °C
[4)] bei einer Zeitkonstante von 100 ms, adaptiver Mittelwertbildung und einer Objekttemperatur von 25 °C
[5)] für Umgebungstemperaturen (Messkopf) <18 °C und >28 °C

Bei den CThot-Modellen [LT02H/ LT10H] darf das Messkopfkabel während der Messung nicht bewegt werden.

Messtechnische Spezifikation [1M/ 2M-Modelle]

	1ML	1MH	2ML	2MH
Temperaturbereich (skalierbar)	485...1050 °C	650...1800 °C	250...800 °C	385...1600 °C
Umgebungstemperatur (Kopf)	-20...100 °C	-20...100 °C	-20...125 °C	-20...125 °C
Lagertemperatur (Kopf)	-40...100 °C	-40...100 °C	-40...125 °C	-40...125 °C
Spektralbereich	1 μm	1 μm	1,6 μm	1,6 μm
Optische Auflösung	40:1	75:1	40:1	75:1
Systemgenauigkeit [1) 2)]	---------- $\pm$(0,3 % T_{Mess} +2°C) [3)] ----------			
Reproduzierbarkeit [1)]	---------- $\pm$(0,1 % T_{Mess} +1 °C) [3)] ----------			
Temperaturkoeffizient [5)]	$\pm$0,05 K/ K oder $\pm$0,05 %/ K (es gilt der jeweils größere Wert)			
Temperaturauflösung	---------- 0,1 °C ----------			
Erfassungszeit (90 % Signal)	---------- 1 ms [4)] ----------			
Emissionsgrad/ Verstärkung	0,100...1,100 (einstellbar über Programmiertasten oder Software)			
Transmissionsgrad	0,100...1,000 (einstellbar über Programmiertasten oder Software)			
Signalverarbeitung	Mittelwert, MAX, MIN (einstellbar über Programmiertasten oder Software)			

[1)] bei Umgebungstemperatur 23$\pm$5 °C
[2)] Genauigkeit bei Nutzung des Thermoelement-Ausgangs: $\pm$2,5°C oder $\pm$1%
[3)] ε = 1/ Einstellzeit 1s
[4)] mit dynamischer Anpassung bei geringen Signalpegeln
[5)] für Umgebungstemperaturen (Messkopf) <18 °C und >28 °C

Messtechnische Spezifikation [3M-Modelle]

	3ML	3MH	3MH1	3MH2
Temperaturbereich (skalierbar)	50...400 °C [1]	100...600 °C [1]	150...900 °C	200...1200 °C
Umgebungstemperatur (Kopf)	-20...85 °C	-20...85 °C	-20...85 °C	-20...85 °C
Lagertemperatur (Kopf)	-40...85 °C	-40...85 °C	-40...85 °C	-40...85 °C
Spektralbereich	2,3 μm	2,3 μm	2,3 μm	2,3 μm
Optische Auflösung	22:1	33:1	75:1	75:1
Systemgenauigkeit [2] [3]	----------	$\pm$(0,3 % T_{Mess} +2 °C) [4]	----------	
Reproduzierbarkeit [2]	----------	$\pm$(0,1 % T_{Mess} +1 °C) [4]	----------	
Temperaturkoeffizient [6]	$\pm$0,05 K/ K oder $\pm$0,05 %/ K (es gilt der jeweils größere Wert)			
Temperaturauflösung	0,1 °C [4]	0,1 °C [4]	0,1 °C [4]	0,1 °C [4]
Einstellzeit (90 % Signal)	1 ms [5]	1 ms [5]	1 ms [5]	1 ms [5]
Emissionsgrad/ Verstärkung	0,100...1,100 (einstellbar über Programmiertasten oder Software)			
Transmissionsgrad	0,100...1,000 (einstellbar über Programmiertasten oder Software)			
Signalverarbeitung	Mittelwert, MAX, MIN (einstellbar über Programmiertasten oder Software)			

[1] TObjekt > TMesskopf+25 °C
[2] bei Umgebungstemperatur 23$\pm$5 °C
[3] Genauigkeit bei Nutzung des Thermoelement-Ausgangs: $\pm$2,5°C oder $\pm$1%
[4] ε = 1/ Einstellzeit 1s
[5] mit dynamischer Anpassung bei geringen Signalpegeln
[6] für Umgebungstemperaturen (Messkopf) <18 °C und >28 °C

Messtechnische Spezifikation [3M/ G5-Modelle]

	3MH3	G5L	G5H
Temperaturbereich (skalierbar)	350...1800 °C [1]	100...1200 °C	250...1650 °C
Umgebungstemperatur (Kopf)	-20...85 °C	-20...85 °C	-20...85 °C
Lagertemperatur (Kopf)	-40...85 °C	-40...85 °C	-40...85 °C
Spektralbereich	2,3 μm	5,2 μm	5,2 μm
Optische Auflösung	75:1	10:1	20:1
Systemgenauigkeit [2] [3]	$\pm$(0,3 % T_{Mess} +2 °C) [4]	----- $\pm$2 °C oder $\pm$1 % [6] ------	
Reproduzierbarkeit [2]	$\pm$(0,1 % T_{Mess} +1 °C) [4]	--- $\pm$0,5 °C oder $\pm$0,5 % [6] ----	
Temperaturkoeffizient [7]	$\pm$0,05 K/ K oder $\pm$0,05 %/ K (es gilt der jeweils größere Wert)		
Temperaturauflösung	0,1 °C [4]	0,1 °C [4]	0,2 °C [4]
Einstellzeit (90 % Signal)	1 ms [5]	120 ms	80 ms
Emissionsgrad/ Verstärkung	0,100...1,100 (einstellbar über Programmiertasten oder Software)		
Transmissionsgrad	0,100...1,000 (einstellbar über Programmiertasten oder Software)		
Signalverarbeitung	Mittelwert, MAX, MIN (einstellbar über Programmiertasten oder Software)		

[1] TObjekt > TMesskopf+25 °C
[2] bei Umgebungstemperatur 23$\pm$5 °C
[3] Genauigkeit bei Nutzung des Thermoelement-Ausgangs: $\pm$2,5°C oder $\pm$1%
[4] ε = 1/ Einstellzeit 1s
[5] mit dynamischer Anpassung bei geringen Signalpegeln
[6] der jeweils größere Wert gilt
[7] für Umgebungstemperaturen (Messkopf) <18 °C und >28 °C

Messtechnische Spezifikation [P7-Modelle]

	P710
Temperaturbereich (skalierbar)	0...500 °C
Umgebungstemperatur (Kopf)	-20...85 °C
Lagertemperatur (Kopf)	-40...85 °C
Spektralbereich	7,9 μm
Optische Auflösung	10:1
Systemgenauigkeit [1) 2)]	±1,5 °C oder ±1 % [3) 5)]
Reproduzierbarkeit [1) 2)]	±0,5 °C oder ±0,5 % [5)]
Temperaturkoeffizient [6)]	±0,05 K/ K oder ±0,05 %/ K (es gilt der jeweils größere Wert)
Temperaturauflösung	0,5 °C [1) 4)]
Einstellzeit (90 % Signal)	150 ms
Emissionsgrad/ Verstärkung	0,100...1,100 (einstellbar über Programmiertasten oder Software)
Transmissionsgrad	0,100...1,000 (einstellbar über Programmiertasten oder Software)
Signalverarbeitung	Mittelwert, MAX, MIN (einstellbar über Programmiertasten oder Software)

[1)] bei Objekttemperaturen ≥ 20 °C
[2)] bei Umgebungstemperatur 23±5 °C
[3)] Genauigkeit bei Nutzung des Thermoelement-Ausgangs: ±2,5°C oder ±1%
[4)] ε = 1/ Einstellzeit 1s
[5)] der jeweils größere Wert gilt
[6)] für Umgebungstemperaturen (Messkopf) <18 °C und >28 °C

Optische Diagramme

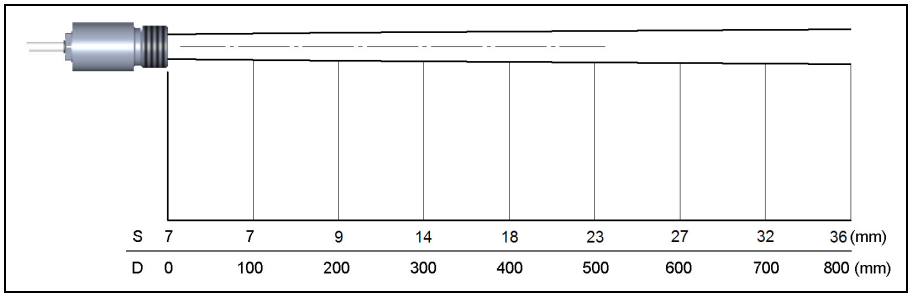
Die folgenden optischen Diagramme zeigen den Durchmesser des Messflecks in Abhängigkeit von der Messentfernung. Die Messfleckgröße bezieht sich auf **90% der Strahlungsenergie**.
Die Entfernung wird jeweils von der Vorderkante des Messkopfes gemessen.

Die Größe des zu messenden Objektes und die optische Auflösung des IR-Thermometers bestimmen den Maximalabstand zwischen Messkopf und Objekt.
Zur Vermeidung von Messfehlern sollte das Messobjekt das Gesichtsfeld der Messkopfoptik vollständig ausfüllen.
Das bedeutet, der Messfleck muss immer mindestens gleich groß wie oder kleiner als das Messobjekt sein.

D = Entfernung von der Vorderkante des Gerätes zum Messobjekt
S = Messfleckgröße
Das Verhältnis D:S gilt für die Fokusentfernung.

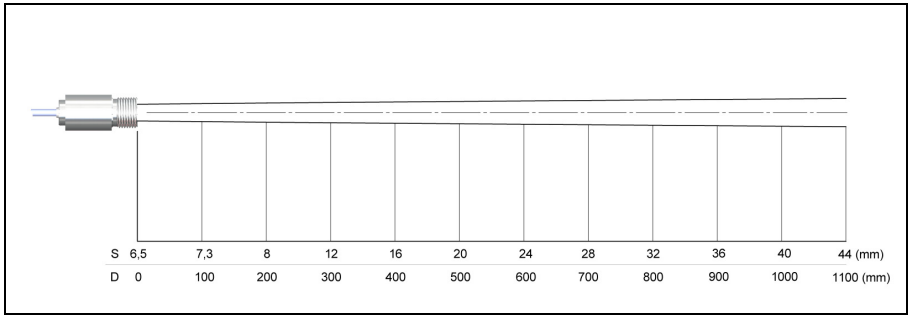
LT22

D:S = 22:1



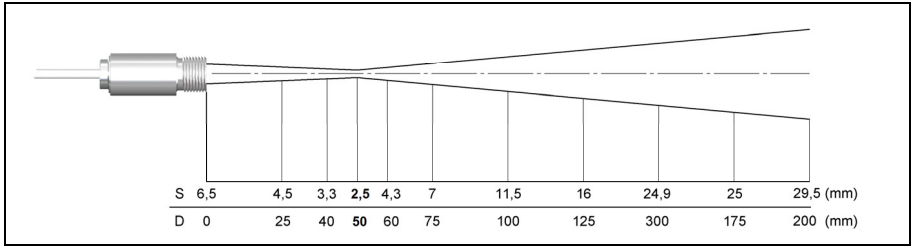
LT25F

D:S = 25:1



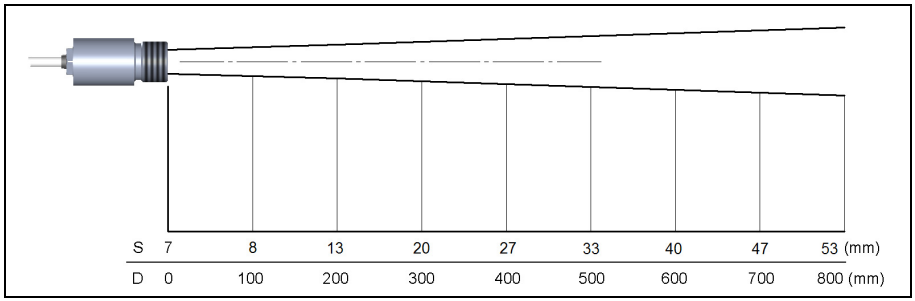
LT22CF

D:S = 22:1/ 2,5mm@ 50mm
D:S (Fernfeld) = 6:1



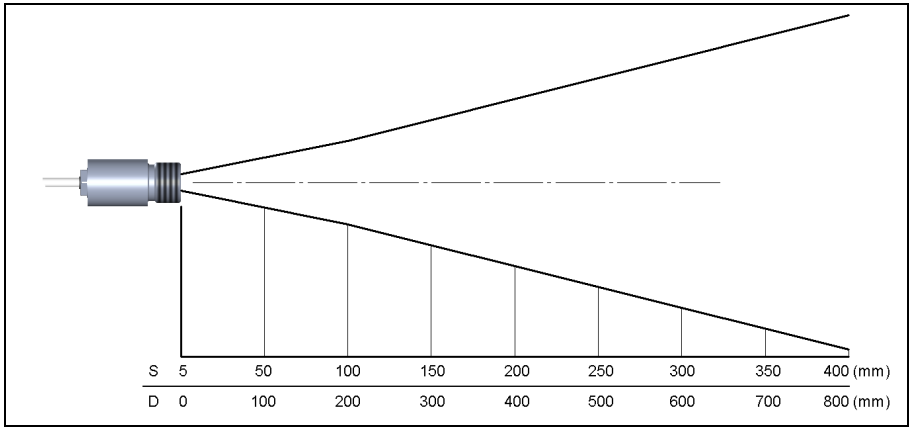
LT15 LT15F

D:S = 15:1



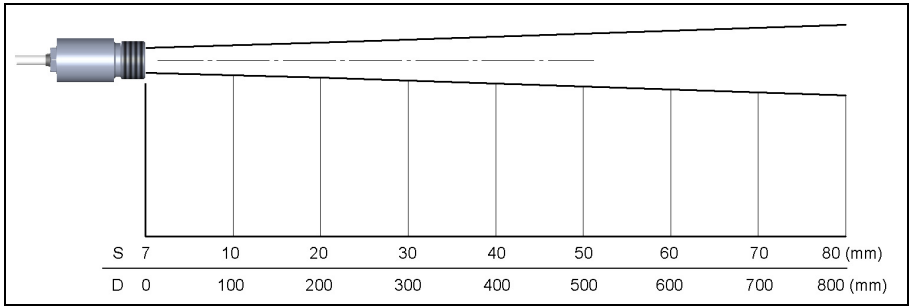
LT02 LT02H

D:S = 2:1



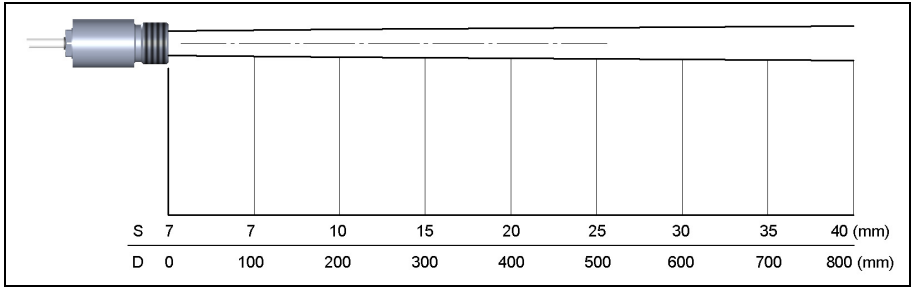
LT10H G5L P710

D:S = 10:1



G5H

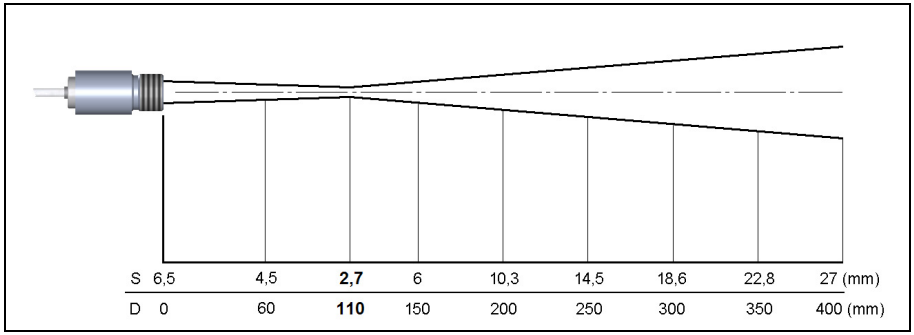
D:S = 20:1



1ML 2ML

Optik: CF

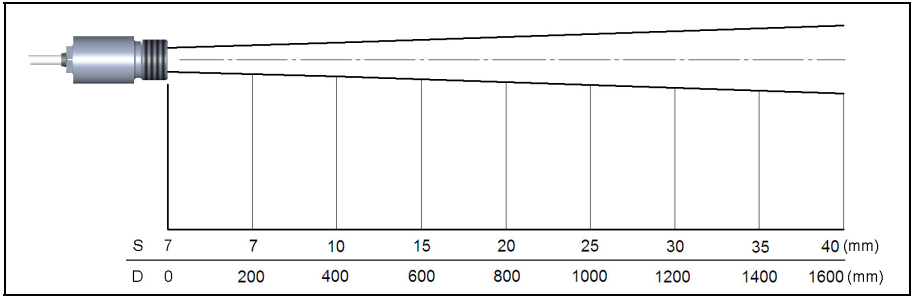
D:S = 40:1/ 2,7mm@ 110mm
D:S (Fernfeld) = 12:1



1ML 2ML

Optik: SF

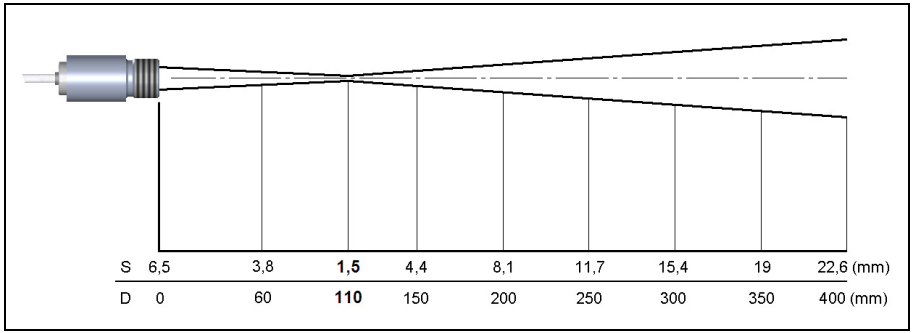
D:S = 40:1



1MH 2MH 3MH1-H3

Optik: CF

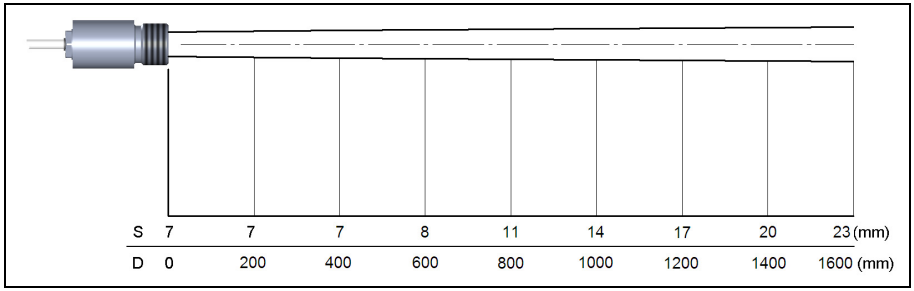
D:S = 75:1/ 1,5mm@ 110mm
D:S (Fernfeld) = 14:1



1MH 2MH 3MH1-H3

Optik: SF

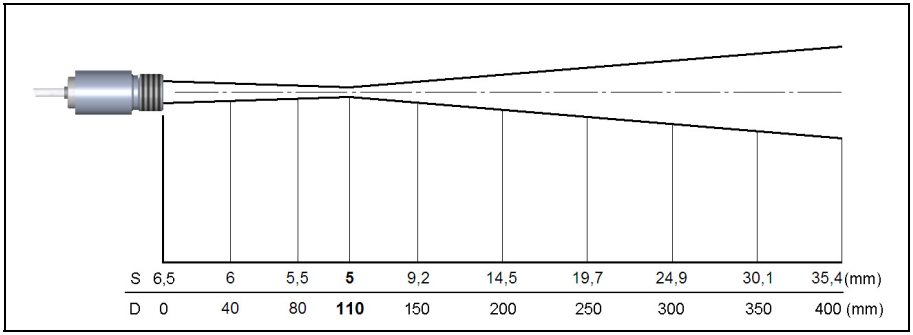
D:S = 75:1



3ML

Optik: CF

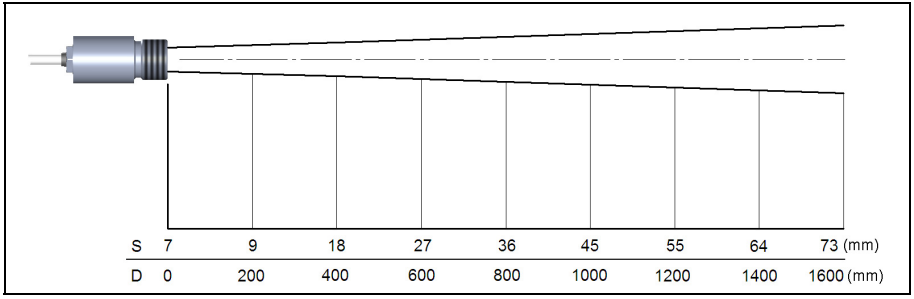
D:S = 22:1/ 5mm@ 110mm
D:S (Fernfeld) = 9:1



3ML

Optik: SF

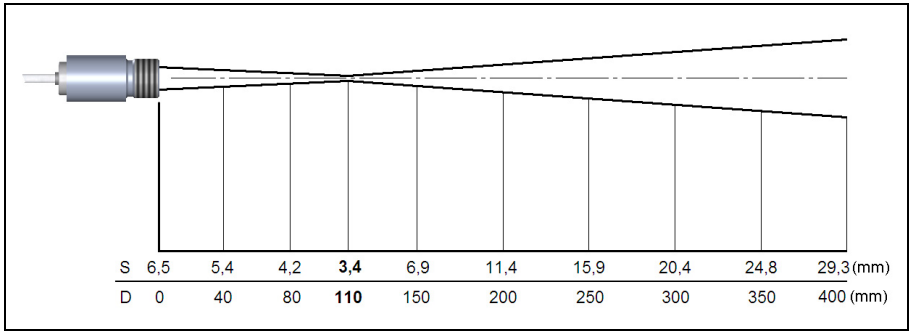
D:S = 22:1



3MH

Optik: CF

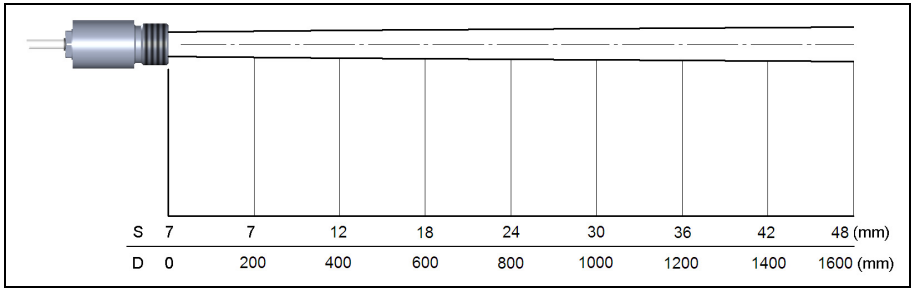
D:S = 33:1/ 3,4mm@ 110mm
D:S (Fernfeld) = 11:1



3MH

Optik: SF

D:S = 33:1



CF-Vorsatzoptik und Schutzfenster

Bei Verwendung der Vorsatzoptik muss die Transmission auf 0,78 [LT] eingestellt werden.

Die CF-Vorsatzoptik (optional) ermöglicht die Messung kleinster Objekte und kann in Kombination mit den Modellen LT, 1M, 2M und 3M verwendet werden. Der minimale Messfleck ist abhängig von dem verwendeten Messkopf. Die Entfernung wird jeweils von der Vorderkante des CF-Linsenhalters bzw. Laminar-Freiblasvorsatzes gemessen. Die Montage auf dem Messkopf erfolgt durch Aufschrauben der Vorsatzoptik bis zum Anschlag. Für die Kombination mit dem Massivgehäuse verwenden Sie bitte die Variante mit M12x1-Außengewinde.

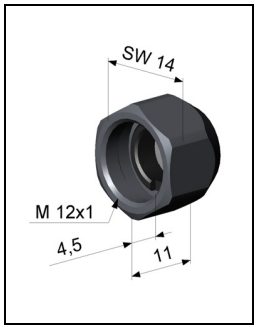
Variantenübersicht:

ACCTCF	**CF-Vorsatzoptik für Montage auf Messkopf [LT]**
ACCTCFHT	**CF-Vorsatzoptik für Montage auf Messkopf [1M/ 2M/ 3M]**
ACCTCFE	**CF-Vorsatzoptik mit Außengewinde zur Montage im Massivgehäuse [LT]**
ACCTCFHTE	**CF-Vorsatzoptik mit Außengewinde zur Montage im Massivgehäuse [1M/ 2M/ 3M]**

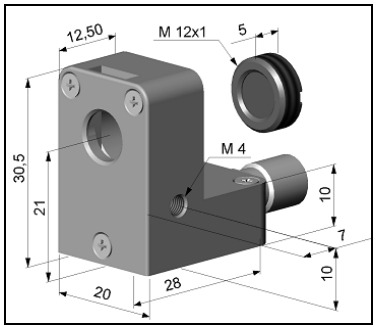
Zum Schutz der Messkopfoptik ist ein Schutzfenster erhältlich. Dieses hat die gleichen mechanischen Abmessungen wie die CF-Optik und wird in folgenden Varianten angeboten:

ACCTPW	**Schutzfenster für Montage auf Messkopf [LT]**
ACCTPWHT	**Schutzfenster für Montage auf Messkopf [1M/ 2M/ 3M]**
ACCTPWE	**Schutzfenster mit Außengewinde zur Montage im Massivgehäuse [LT]**
ACCTPWHTE	**Schutzfenster mit Außengewinde zur Montage im Massivgehäuse [1M/ 2M/ 3M]**

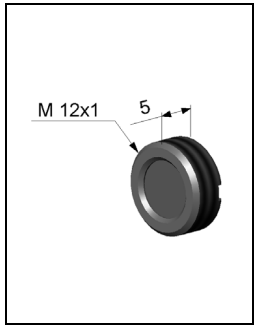
Bei Verwendung des Schutzfensters muss die Transmission auf 0,83 [LT] bzw. 0,93 [1M/ 2M/ 3M] eingestellt werden.



CF-Vorsatzoptik:
ACCTCF/ ACCTCFHT
Schutzfenster:
ACCTPW/ ACCTPWHT



Laminar-Freiblasvorsatz mit
integrierter CF-Optik:
ACCTAPLCF/ ACCTAPLCFHT

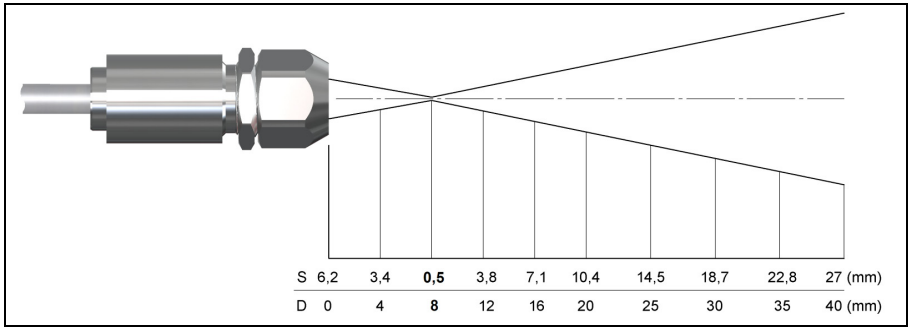


CF-Vorsatzoptik mit Außengewinde:
ACCTCFE/ ACCTCFHTE
Schutzfenster mit Außengewinde:
ACCTPWE/ ACCTPWHTE

LT25F + CF-Optik

0,5 mm@ 8 mm
0,5 mm@ 6 mm [ACCTAPLCF]

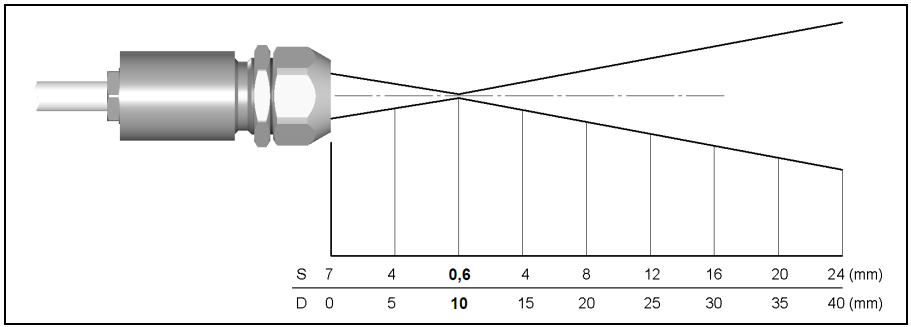
D:S (Fernfeld) = 1,6:1



LT22 + CF-Optik

0,6 mm@ 10 mm
0,6 mm@ 8 mm [ACCTAPLCF]

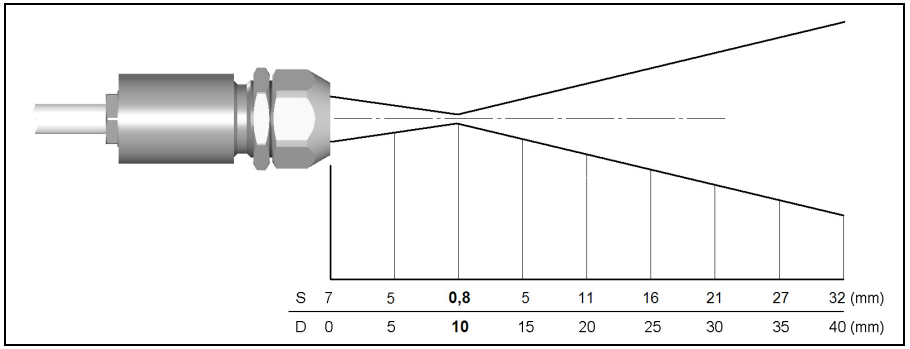
D:S (Fernfeld) = 1,5:1



LT15/ LT15F + CF-Optik

0,8 mm@ 10 mm
0,8 mm@ 8 mm [ACCTAPLCF]

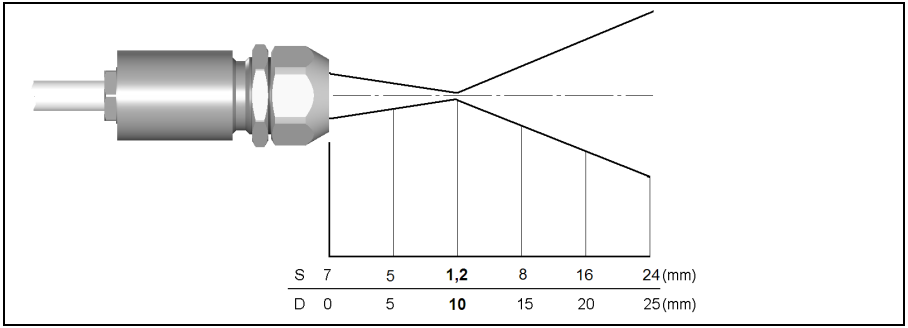
D:S (Fernfeld) = 1,2:1



LT10H + CF-Optik

1,2 mm@ 10 mm
1,2 mm@ 8 mm [ACCTAPLCF]

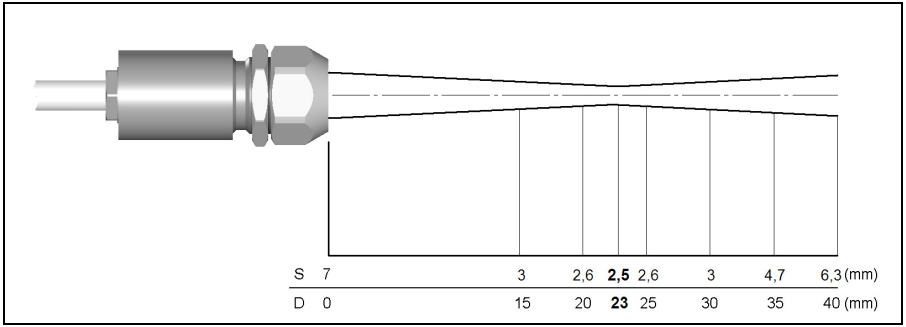
D:S (Fernfeld) = 1,2:1



LT02/ LT02H + CF-Optik

2,5 mm@ 23 mm
2,5 mm@ 21 mm [ACCTAPLCF]

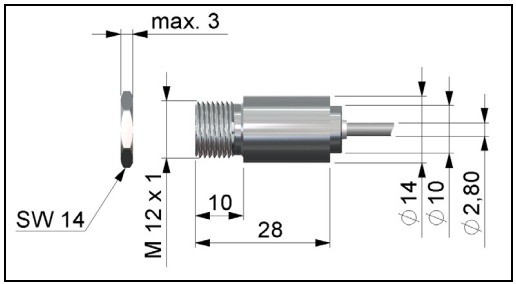
D:S (Fernfeld) = 5:1



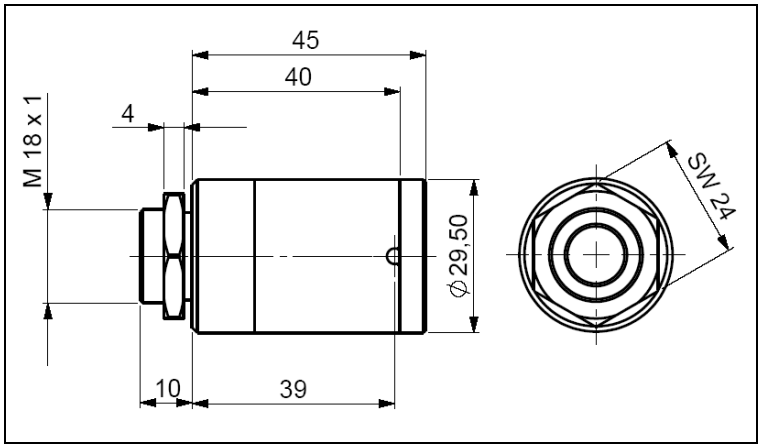
Mechanische Installation

Die CT-Messköpfe verfügen über ein metrisches M12x1-Gewinde und lassen sich entweder direkt über das Sensorgewinde oder mit Hilfe der mitgelieferten Sechskantmutter an vorhandene Montagevorrichtungen installieren. Als Zubehör sind verschiedene Montagewinkel und -vorrichtungen erhältlich, die das Ausrichten des Messkopfes auf das Objekt erleichtern.
Der CThot-Sensor wird mit Massivgehäuse geliefert und kann über das M18x1-Gewinde installiert werden.

Alle Zubehörteile können unter Verwendung der in Klammern [ ] angegebenen Artikelnummern bestellt werden.

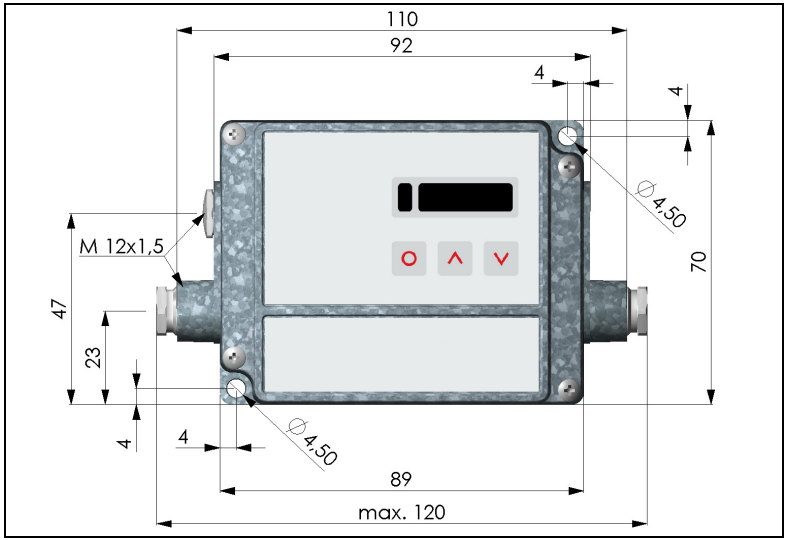


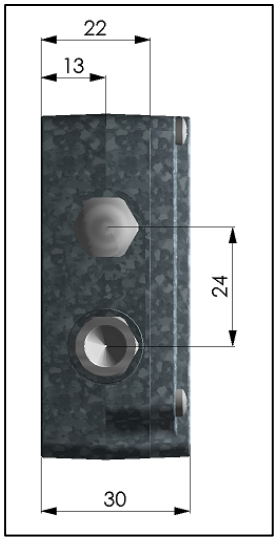
Messkopf



Massivgehäuse (Standard bei CThot und P7)

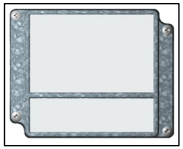
Der optische Strahlengang muss frei von jeglichen Hindernissen sein.





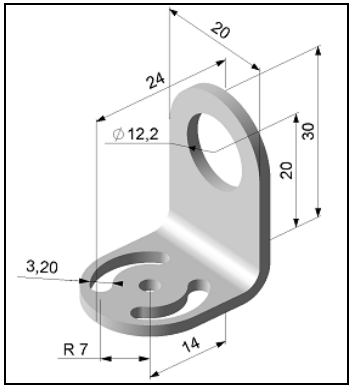
Elektronikbox

Die Elektronikbox kann wahlweise auch mit geschlossenem Gehäusedeckel (Display und Programmiertasten von außen nicht zugänglich) bestellt werden **[ACCTCOV]**.

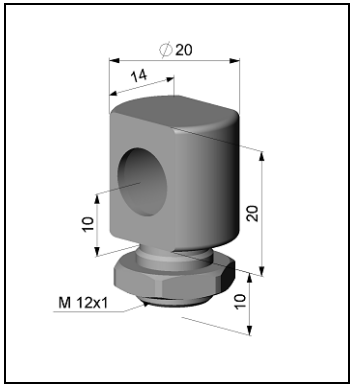


Bei den CT-Modellen LT02, LT02H und LT10H darf das Messkopfkabel während der Messung nicht bewegt werden.

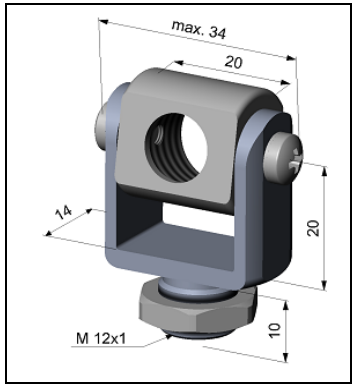
Montagezubehör



Montagewinkel, justierbar in einer Achse [ACCTFB]

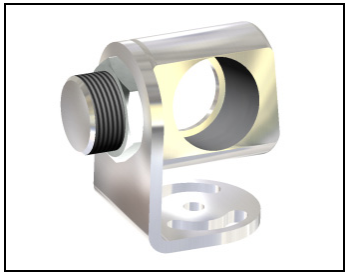


Montagebolzen mit M12x1-Gewinde, justierbar in zwei Achsen [ACCTMB]



Montagegabel mit M12x1-Gewinde, justierbar in 2 Achsen [ACCTMG]

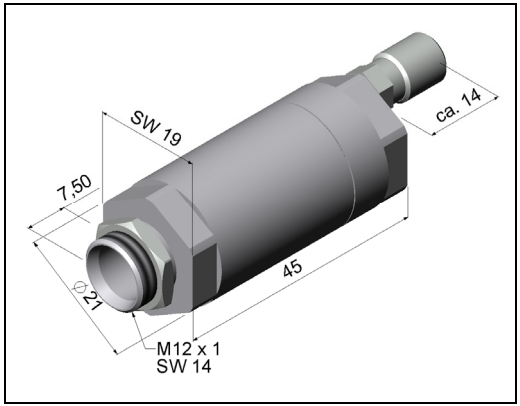
Die **Montagegabel** kann über den M12x1-Fuß mit dem **Montagewinkel [ACCTFB]** kombiniert werden.



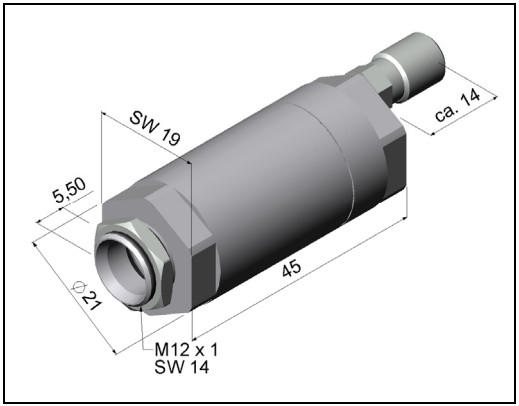
Montagewinkel, justierbar in zwei Achsen [ACCTAB] bestehend aus: ACCTFB und ACCTMB

Freiblasvorsätze

Ablagerungen (Staub, Partikel) auf der Linse sowie Rauch, Dunst und hohe Luftfeuchtigkeit (Kondensation) können zu Fehlmessungen führen. Durch die Nutzung eines **Freiblasvorsatzes** werden diese Effekte vermieden bzw. reduziert. Achten Sie darauf ölfreie, technisch reine Luft zu verwenden.

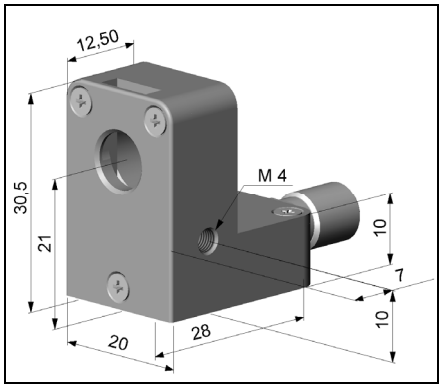


Standard-Freiblasvorsatz [ACCTAP]
für Optiken mit D:S ≥ 10:1
kombinierbar mit Montagewinkel
Schlauchanschluss: 3x5 mm
Gewinde (Fitting): M5



Standard-Freiblasvorsatz [ACCTAP2]
für Optiken mit D:S ≤ 2:1
kombinierbar mit Montagewinkel
Schlauchanschluss: 3x5 mm
Gewinde (Fitting): M5

Die benötigte Luftmenge (ca. 2...10 l/ min.) ist abhängig von der Applikation und den Bedingungen am Installationsort.

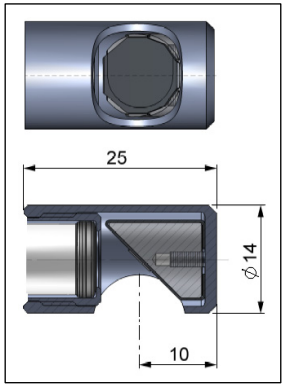


Laminar-Freiblasvorsatz [ACCTAPL]
Der seitliche Luftaustritt verhindert ein Herunterkühlen des Objektes bei kleinen Messabständen.
Schlauchanschluss: 3x5 mm
Gewinde (Fitting): M5

Durch Kombination des **Laminarfreiblasvorsatzes** mit dem Unterteil der **Montagegabel** entsteht eine in zwei Achsen justierbare Einheit.
[ACCTAPL+ACCTMG]

Die benötigte Luftmenge (ca. 2...10 l/ min.) ist abhängig von der Applikation und den Bedingungen am Installationsort.

Weiteres Zubehör



Rechtwinkel-Spiegelvorsatz [ACCTRAM]
für Optiken mit D:S ≥ 10:1;
ermöglicht Messungen im 90°-Winkel zur Sensorachse.

Der Spiegel hat eine Reflexion von 96% bei Verwendung mit LT22 und LT15 sowie 88% bei LT15F.
Bei Verwendung des Spiegels muss dieser Wert mit dem Emissionsgrad des Messobjektes multipliziert werden.

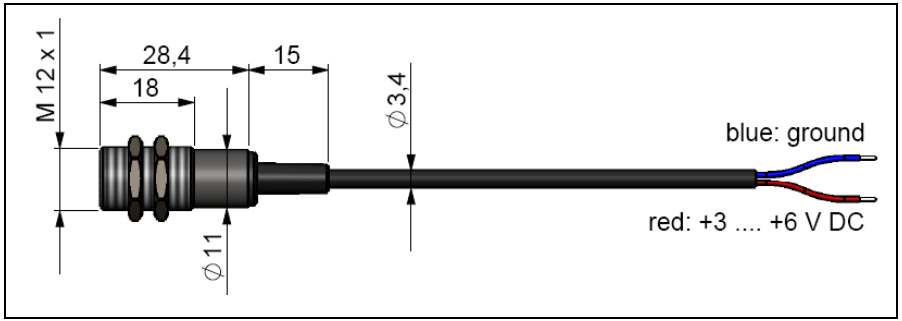
Beispiel: LT22 und Objekt mit Emissionsgrad = 0,85
0,85 x 0,96 = 0,816
Im CT muss somit als resultierender Emissionsgrad 0,816 eingestellt werden.

Laser-Visierhilfe [D08ACCTLST]
batteriebetrieben (2x Alkaline AA), zur Ausrichtung von CT-Messköpfen. Der Laserkopf hat die gleichen Abmessungen wie der CT-Messkopf.

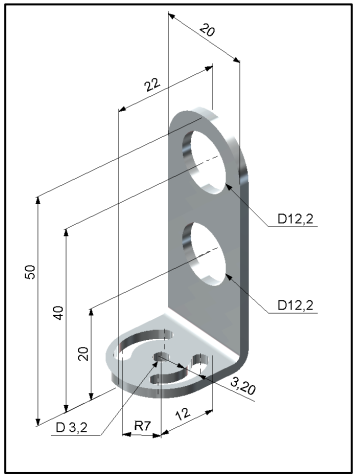
WARNUNG: Zielen Sie mit dem Laser nicht direkt in die Augen von Personen und Tieren! Blicken Sie nicht direkt bzw. indirekt über reflektierende Flächen in den Laserstrahl!

OEM-Laser-Visierhilfe

Die OEM-Laser-Visierhilfe ist mit 3,5 m **[ACCTOEMLST]** und 8 m Anschlusskabel **[ACCTOEMLSTCB8]** lieferbar. Der Laser kann an die Klemmen **3V SW** und **GND [► Elektrische Installation]** angeschlossen werden und über das Bedienmenü am Gerät oder über die Software ein- und ausgeschaltet werden.
Eine Montage von CT-Messkopf und Laserkopf ist mit dem speziellen Doppellochmontagewinkel **[ACCTFB2]** möglich.

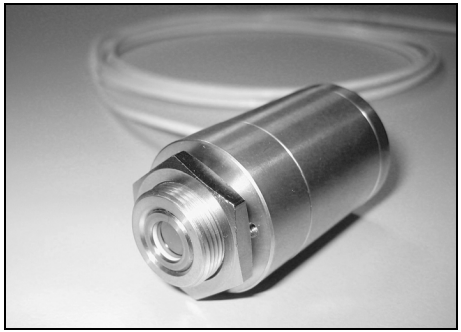


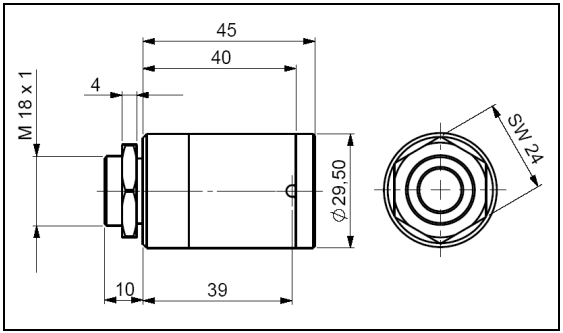
ACCTOEMLST bzw. ACCTOEMLSTCB8



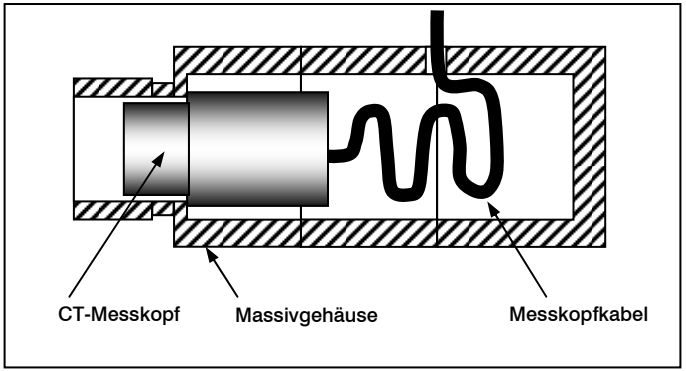
ACCTFB2

Massivgehäuse





Massivgehäuse, Edelstahl [D06ACCTMHS] – alternativ auch in Aluminium (eloxiert) oder Messing lieferbar

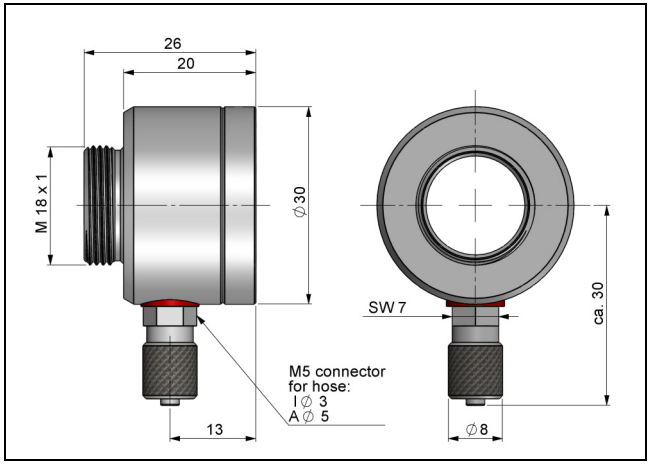


Das Massivgehäuse sorgt bei Applikationen mit dynamisch sich ändernden Umgebungstemperaturen für reproduzierbare und stabile Temperaturmessungen. Es ist kombinierbar mit der CF-Vorsatzoptik **[ACCTCFE]** oder mit dem Schutzfenster **[ACCTPWE]**.

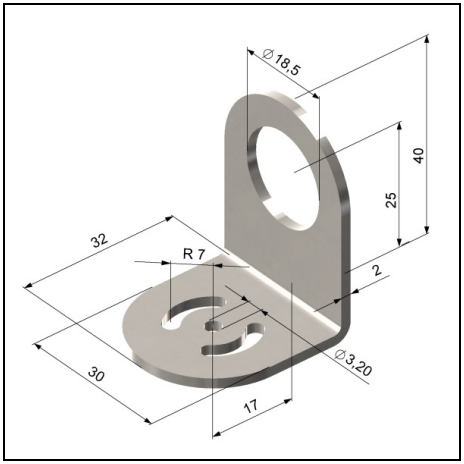
[► CF-Vorsatzoptik und Schutzfenster]

WICHTIG: Um die Eigenschaften des Massivgehäuses optimal zu nutzen, müssen sich ca. 10 cm des Messkopfkabels im Inneren des Gehäuses (in Schlaufen) befinden.

Zubehör für Massivgehäuse



Freiblasvorsatz für Massivgehäuse (Gewinde M18x1) [ACCTAPMH]

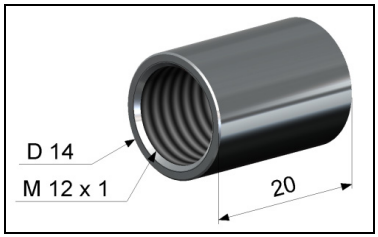


Montagewinkel für Massivgehäuse, justierbar in einer Achse [ACCTFBMH]

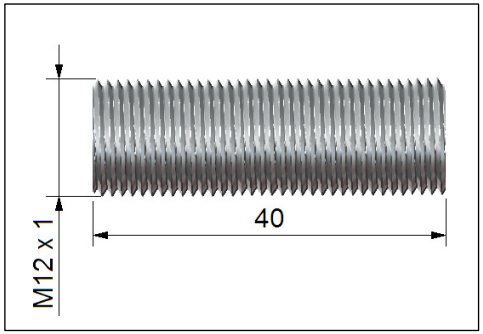
Rohradapter und Reflexionsschutzrohre

Der Rohradapter **[ACCTPA]** ermöglicht die Montage von Reflexionsschutzrohren am CT-Messkopf. Die Reflexionsschutzrohre sind in 3 unterschiedlichen Längen lieferbar:

ACCTST20	**20 mm**
ACCTST40	**40 mm**
ACCTST88	**88 mm**



ACCTPA

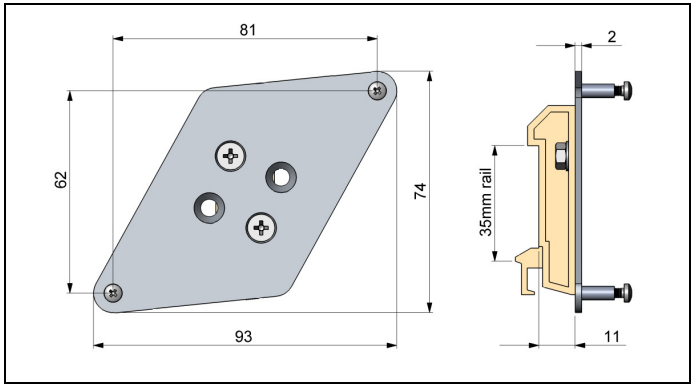


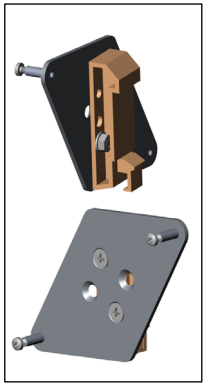
ACCTST40

Die Reflexionsschutzrohre sind nur für Messköpfe mit einem Distanz-Messfleck-Verhältnis (D:S) von ≥ 15:1 geeignet.

Tragschienenmontageplatte für Elektronik-Box

Mit Hilfe der Tragschienenmontageplatte kann die CT-Elektronik an einer Hutschiene nach EN50022 (TS35) montiert werden.





Tragschienenmontageplatte ACCTRAIL

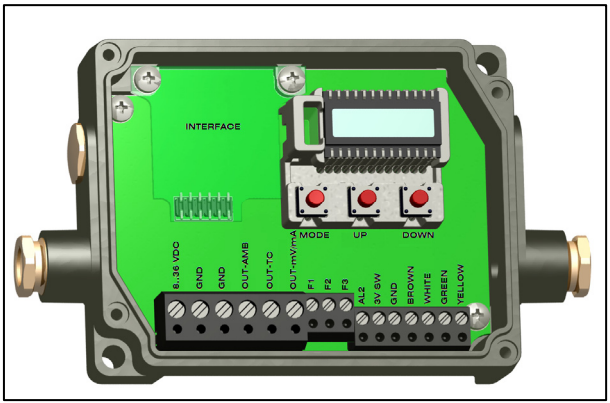
Elektrische Installation

Anschluss der Kabel

Zum Anschluss des CT öffnen Sie bitte zunächst den Deckel der Elektronikbox (4 Schrauben). Im unteren Bereich befinden sich die Schraubklemmen für den Anschluss der Kabel.

Anschlusskennzeichnung [Modelle LT/ G5/ P7]

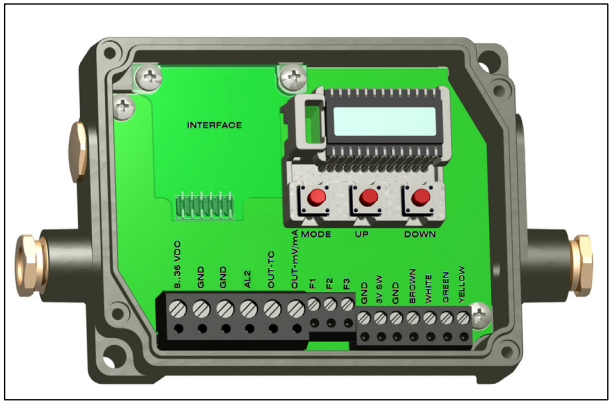
+8..36 VDC	Spannungsversorgung
GND	Masse (0 V) der Spannungsversorgung
GND	Masse (0 V) der internen Ein- und Ausgänge
OUT-AMB	Analogausgang Messkopftemperatur (mV)
OUT-TC	Analogausgang Thermoelement (J oder K)
OUT-mV/mA	Analogausgang Objekttemperatur (mV oder mA)
F1-F3	Funktionseingänge
AL2	Alarm 2 (Open-collector Ausgang)
3V SW	3 VDC, schaltbar, für Laser-Visierhilfe
GND	Masse (0 V) für Laser-Visierhilfe
BROWN	Temperaturfühler Messkopf
WHITE	Temperaturfühler Messkopf
GREEN	Detektorsignal (–)
YELLOW	Detektorsignal (+)



Geöffnete Elektronik-Box (LT/ G5/ P7) mit Anschlussklemmen

Anschlusskennzeichnung [Modelle 1M/ 2M/ 3M]

+8..36VDC	Spannungsversorgung
GND	Masse (0V) der Spannungsversorgung
GND	Masse (0V) der internen Ein- und Ausgänge
AL2	Alarm 2 (Open-collector Ausgang)
OUT-TC	Analogausgang Thermoelement (J oder K)
OUT-mV/mA	Analogausgang Objekttemperatur (mV oder mA)
F1-F3	Funktionseingänge
GND	Masse (0V)
3V SW	3 VDC, schaltbar, für Laser-Visierhilfe
GND	Masse (0 V) für Laser-Visierhilfe
BROWN	Temperaturfühler Messkopf (NTC)
WHITE	Masse Messkopf
GREEN	Spannungsversorgung Messkopf
YELLOW	Detektorsignal



**Geöffnete Elektronik-Box (1M/ 2M/ 3M)
mit Anschlussklemmen**

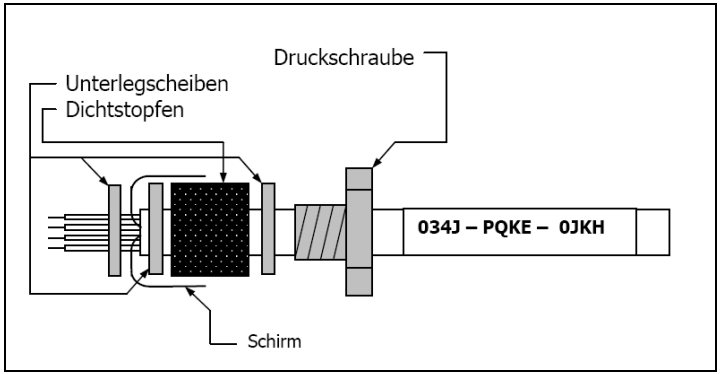
Spannungsversorgung

Bitte verwenden Sie ein Netzteil mit einer Ausgangsspannung von **8–36 VDC**, welches einen Strom von **100 mA** liefert.

**ACHTUNG: An die Analogausgänge darf auf keinen Fall eine Spannung angelegt werden, da dies zur Zerstörung des Ausgangs führt!
Der CT ist kein Zweileitersensor!**

Kabelmontage

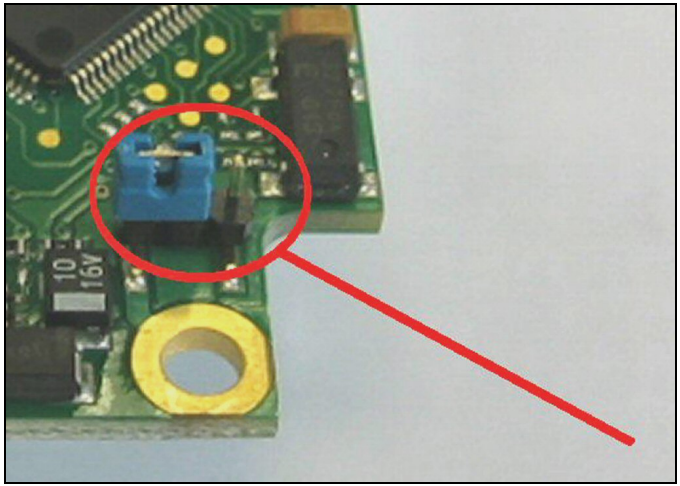
Die vorhandene Kabelverschraubung M12x1,5 der Elektronikbox eignet sich für Kabel mit einem Außendurchmesser von 3 bis 5 mm. Entfernen Sie die Kabelisolierung (40 mm Stromversorgung, 50 mm Signalausgänge, 60 mm Funktionseingänge). Kürzen Sie das Schirmgeflecht auf ca. 5 mm und entflechten Sie die Schirmdrähte. Entfernen Sie ca. 4 mm der einzelnen Aderisolierungen und verzinnen Sie die Ader-Enden. Schieben Sie nacheinander die Druckschraube, Unterlegscheiben, Gummidichtung der Kabelverschraubung entsprechend der Abbildung über das vorbereitete Kabelende. Spreizen Sie das Schirmgeflecht auseinander und fixieren Sie den Kabelschirm zwischen zwei Metallscheiben. Führen Sie das Kabel in die Kabelverschraubung bis zum Anschlag ein. Schrauben Sie die Kappe fest an. Die einzelnen Adern können nun entsprechend ihren Farben in die vorgesehenen Schraubklemmen befestigt werden.



Es dürfen nur abgeschirmte Kabel verwendet werden. Der Schirm des Sensors muss geerdet sein.

Masseverbindung

Auf der Unterseite der Mainboard-Platine finden Sie einen Steckverbinder (Jumper), welcher werksseitig wie im Bild ersichtlich platziert ist [**linker** und **mittlerer** Pin verbunden]. In dieser Position sind die Masseklemmen (GND Versorgungsspannung/ Ausgang) mit der Gehäusemasse der Elektronikbox verbunden.
Um Masseschleifen und damit verbundene Signalstörungen zu vermeiden, ist in industrieller Umgebung ggf. ein Auftrennen dieser Verbindung erforderlich. Stecken Sie dazu den Jumper bitte in die andere Position [**mittlerer** und **rechter** Pin verbunden].
Bei Verwendung des Thermoelementausgangs empfiehlt sich generell ein Auftrennen der Masseverbindung GND – Gehäuse.



Austauschen des Messkopfes

Bei Montage eines neuen Messkopfes muss der Kalibriercode des neuen Kopfes in die Elektronik eingegeben werden.

Werksseitig ist das Messkopfkabel bereits an die Elektronikbox angeschlossen und der Kalibriercode eingegeben. Innerhalb einer bestimmten Modellgruppe ist ein beliebiger Austausch von Messköpfen und Elektroniken möglich. Die Messköpfe und Elektroniken der **CTfast**-Modelle **LT15F und LT25F** können nicht ausgetauscht werden.

Eingabe des Kalibriercodes

Jeder Kopf hat einen spezifischen Kalibrier-Code, welcher auf dem Messkopfkabel vermerkt ist. Für eine korrekte Temperaturmessung und Funktionsweise des Sensors müssen diese Messkopfdaten in der Elektronik abgespeichert werden. Der Kalibriercode besteht aus **3 Blöcken** (1M, 2M, 3M = 5 Blöcke)
mit jeweils **4 Zeichen**.

Beispiel: **A6FG – 22KB – 0AS0**
1.Block 2.Block 3.Block

Zur Eingabe des Codes betätigen Sie bitte die **Auf**- und **Ab**-Taste (beide gedrückt halten) und **dann** die **Mode**-Taste. Im Display erscheint **HCODE** und danach die 4 Zeichen des ersten Blocks. Mit **Auf** und **Ab** können die einzelnen Stellen geändert werden; **Mode** wechselt zum nächsten Zeichen bzw. zum nächsten Block.
Die Eingabe eines neuen Kalibriercodes kann ebenfalls über die Software CompactConnect (optional) erfolgen.

Der Kalibriercode befindet sich auf einem Label am Messkopfkabel (in der Nähe der Elektronikbox). Entfernen Sie dieses Label nicht bzw. notieren Sie sich den Code, da dieser bei einem Tausch der Elektronik bzw. bei einer eventuell notwendigen Kalibrierung des Sensors benötigt wird.

Messkopfkabel

Bei allen CT-Modellen **(Ausnahme 3M, P7)** kann das Messkopfkabel bei Bedarf gekürzt werden.
Bei den Modellen **1M, 2M** und **CTfast** kann das Messkopfkabel um maximal **3 m** gekürzt werden.
Ein Kürzen des Kabels verursacht einen zusätzlichen Messfehler von ca. **0,1 K/ m.**
Die 3M-Modelle werden ausschließlich mit 3 m Kabel geliefert.

Bei den CT-Modellen LT02, LT02H und LT10H darf das Messkopfkabel während der Messung nicht bewegt werden.

Aus- und Eingänge

Analogausgänge

Der CT hat zwei Ausgabekanäle.

ACHTUNG: An die Analogausgänge darf auf keinen Fall eine Spannung angelegt werden, da dies zur Zerstörung des Ausgangs führt. **Der CT ist kein Zweileitersensor!**

Ausgabekanal 1

Dieser Ausgang wird für die Ausgabe der Objekttemperatur genutzt. Die Auswahl des Ausgabesignals erfolgt über die Programmiertasten **[► Bedienung]**. Über die Software kann der Ausgabekanal 1 auch als Alarmausgang programmiert werden.

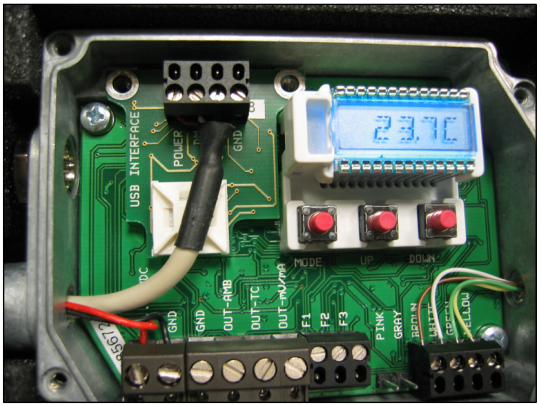
Ausgabesignal	Bereich	Anschluss-Pin auf CT-Platine
Spannung	0 ... 5 V	OUT-mV/mA
Spannung	0 ... 10 V	OUT-mV/mA
Strom	0 ... 20 mA	OUT-mV/mA
Strom	4 ... 20 mA	OUT-mV/mA
Thermoelement	TC J	OUT-TC
Thermoelement	TC K	OUT-TC

Beachten Sie bitte, dass je nach verwendetem Ausgang unterschiedliche Anschluss-Pins (OUT-mV/mA oder OUT-TC) verwendet werden.

Ausgabekanal 2 [nur LT/ G5/ P7]

Am Anschluss-Pin OUT-AMB wird die Messkopftemperatur **[-20-180 °C bzw. -20-250 °C (bei LT02H und LT10H) als 0-5 V oder 0-10 V-Signal]** ausgegeben. Über die Software kann der Ausgabekanal 2 auch als Alarmausgang programmiert werden. Hierbei können anstelle der Messkopftemperatur **TKopf** auch die Objekttemperatur **TObjekt** oder Elektronikboxtemperatur **TBox** als Alarmquelle genutzt werden.

Digitale Schnittstellen



Der CT kann optional mit einer USB-, RS232-, RS485-, CAN-Bus-, Profibus DP- oder Ethernet-Schnittstelle ausgestattet werden.
Zur Installation nehmen Sie zunächst die jeweilige Interface-Platine und stecken diese in die dafür vorgesehene Aufnahme in der Elektronik, welche sich links neben der Anzeige befindet. In der richtigen Lage stimmen die Schraubenlöcher des Interface mit denen der Elektronik-Box überein. Drücken Sie das Interface nun nach unten, um die Kontaktierung zu erreichen und befestigen es mittels der beiden mitgelieferten Schrauben M3x5. Stecken Sie das Interface-Kabel mit der vormontierten Schraubklemme auf die Steckerleiste der Interface-Platine.

Die Ethernet-Schnittstelle benötigt eine Versorgungsspannung von mind. 12 V.
Bitte beachten Sie in jedem Fall die Hinweise der jeweiligen Schnittstellen-Anleitung.

Relaisausgänge

Der CT kann optional mit einem Relaisausgang ausgestattet werden. Die Relais-Platine wird in gleicher Weise wie die digitalen Schnittstellen installiert. **Eine gleichzeitige Installation einer Digitalschnittstelle und der Relaisausgänge ist nicht möglich.**
Beide Relais sind vollkommen isoliert ausgelegt und können mit maximal 60 VDC/ 42 VAC_{eff}, 0,4 A DC/AC schalten. Eine rote LED signalisiert jeweils einen geschlossenen Relaiskontakt.

Die Schaltpunkte entsprechen den Werten für Alarm 1 und 2 [► Alarme/ Visuelle Alarme] und sind gemäß der ► Werksvoreinstellung gesetzt.
Für erweiterte Einstellungen (Änderung Low- und High-Alarm) wird eine Digitalschnittstelle (USB, RS232) und die Software benötigt.

Funktionseingänge

Die drei Funktionseingänge F1 bis F3 können ausschließlich über die Software programmiert werden.

F1 (digital): Trigger (ein 0 V – Pegel an F1 setzt die Haltefunktionen zurück)
F2 (analog): Emissionsgrad extern **[0–10 V: 0 V ► ε=0,1; 9 V ► ε=1; 10 V ► ε=1,1]**
F3 (analog): externe Umgebungstemperaturkompensation/ der Bereich ist über die Software CompactConnect skalierbar **[0–10 V ► -40–900 °C/ voreingestellter Bereich: -20–200 °C]**
F1-F3 (digital): Emissionsgrad (digitale Auswahl über Tabelle)

Ein nicht beschalteter Eingang wird wie folgt bewertet:
F1= High-Pegel |F2, F3= Low-Pegel
[High-Pegel: ≥ +3 V…+36 V | Low-Pegel: ≤ +0,4 V…–36 V]

Alarme

Der CT verfügt über folgende Alarmfunktionen:

Bei allen Alarmen (Alarm 1, Alarm 2, Ausgangskanal 1 und 2 bei Nutzung als Alarmausgang) ist eine Hysterese von 2 K (CThot: 1K) fest eingestellt.

Ausgabekanal 1 und 2 [Kanal 2 nur bei LT/ G5/ P7]
Zur Aktivierung muss der jeweilige Ausgabekanal in den Digital-Modus umgeschaltet werden. Dies kann nur über die Software CompactConnect erfolgen.

Visuelle Alarme
Diese Alarme bewirken eine Änderung der Farbe des LCD-Displays und stehen über die optionale Relaisschnittstelle zur Verfügung. Der Alarm 2 kann zusätzlich am Pin **AL2** (auf dem Mainboard) als Open-collector-Ausgang **[24V/ 50mA]** genutzt werden.

Werksseitig sind die Alarme wie folgt definiert:

Alarm 1	**Normal geschlossen/ Low-Alarm**
Alarm 2	**Normal offen/ High-Alarm**

Beide Alarme wirken auf die Farbeinstellung des LCD-Displays:

BLAU: Alarm 1 aktiv
ROT: Alarm 2 aktiv
GRÜN: kein Alarm aktiv

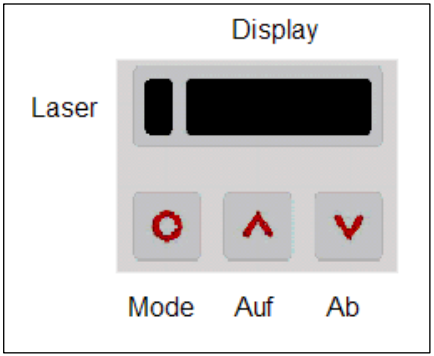
Für erweiterte Einstellungen wie Definition als Low- oder High-Alarm **[über Änderung Normal offen/ geschlossen]**, Wahl der Signalquelle **[TObjekt, TKopf, TBox]** wird eine Digitalschnittstelle (z.B. USB, RS232) inklusive der Software CompactConnect benötigt.

Bedienung

Nach Zuschalten der Versorgungsspannung startet der Sensor eine Initialisierungsroutine und zeigt für einige Sekunden **INIT** im Display. Danach wird die Objekttemperatur angezeigt. Die Farbe der Displaybeleuchtung ändert sich entsprechend der Alarmeinstellungen **[► Alarme/ Visuelle Alarme]**.

Sensoreinstellungen

Mit den drei Programmiertasten **Mode**, **Auf** und **Ab** können Sensorkonfigurationen vor Ort vorgenommen werden. Das Display zeigt den aktuellen Messwert bzw. die gewählte Funktion an. Mit der Taste **Mode** gelangen Sie zur gewünschten Funktion, mit **Auf** und **Ab** können die Funktionsparameter verändert werden – **eine Veränderung von Einstellungen wird sofort übernommen.** Wenn länger als 10 Sekunden keine Taste betätigt wurde, springt die Anzeige automatisch zur Darstellung der (gemäß der gewählten Signalverarbeitung) errechneten Objekttemperatur um.



Bei Betätigen der Mode-Taste gelangt man automatisch zur zuletzt aufgerufenen Funktion.
Die Signalverarbeitungsfunktionen Maximumsuche und Minimumsuche sind nicht gleichzeitig wählbar.

Werksvoreinstellung
Um den CT auf die werksseitig eingestellten Parameter zurück zu setzen, betätigen Sie bitte zunächst die Ab- und dann die Mode-Taste und halten beide ca. 3 Sekunden lang gedrückt.
Im Display erscheint als Bestätigung RESET.

Anzeige	Modus [Beispiel]	Einstellbereich
142.3C	Objekttemperatur (nach Signalverarbeitung) [142,3 °C]	unveränderbar
127CH	Kopftemperatur [127 °C]	unveränderbar
25CB	Boxtemperatur [25 °C]	unveränderbar
142CA	aktuelle Objekttemperatur [142 °C]	unveränderbar
□ **MV5**	Signalausgabe Ausgabekanal 1 [0-5 V]	□ **0-20** = 0–20 mA/ □ **4-20** = 4–20 mA/ □ **MV5** = 0–5 V/ □ **MV10** = 0-10 V/ □ **TCJ** = Thermoelementausgang Typ J/ □ **TCK** = Thermoelementausgang Typ K
E0.970	Emissionsgrad [0,970]	**0,100 ... 1,100**
T1.000	Transmission [1,000]	**0,100 ... 1,100**
A 0.2	Signalausgabe Mittelwert [0,2 s]	**A----** = inaktiv/ **0,1 … 999,9** s
P----	Signalausgabe Maximalwert [inaktiv]	**P----** = inaktiv/ **0,1 … 999,9** s/ **P oo oo oo oo** = unendlich
V----	Signalausgabe Minimalwert [inaktiv]	**V----** = inaktiv/ **0,1 … 999,9** s/ **V oo oo oo oo** = unendlich
u 0.0	untere Grenze Temperaturbereich [0 °C]	**modellabhängig**/ inaktiv bei TCJ- und TCK-Ausgang
n 500.0	obere Grenze Temperaturbereich [500 °C]	**modellabhängig**/ inaktiv bei TCJ- und TCK-Ausgang
[0.00	untere Grenze Ausgabesignal [0 V]	entsprechend des Bereiches des gewählten Ausgangs
] 5.00	obere Grenze Ausgabesignal [5 V]	entsprechend des Bereiches des gewählten Ausgangs
U °C	Temperatureinheit [°C]	**°C/ °F**
| 30.0	untere Alarmgrenze [30 °C]	**modellabhängig**
|| 100.0	obere Alarmgrenze [100 °C]	**modellabhängig**
XHEAD	Umgebungstemperaturkompensation [Messkopftemperatur]	**XHEAD** = Messkopftemperatur/ **-40,0 … 900,0 °C** (bei LT) als fester Wert für die Kompensation/ Betätigen von **Auf** und **Ab** gleichzeitig wechselt zurück zu XHEAD (Messkopftemperatur)
M 01	Multidrop-Adresse [1] (nur mit RS485 Interface)	**01 … 32**
B 9.6	Baudrate in kBaud [9,6]	**9,6/ 19,2/ 38,4/ 57,6/ 115,2** kBaud
S ON	Laser-Visier (3 VDC-Schalter zum Anschluss-Pin 3V SW)	**ON/ OFF** Dieser Menüpunkt erscheint an erster Position bei den Modellen 1M/ 2M/ 3M.

□ MV5 Auswahl des **Ausgabesignals**. Durch Betätigen von Auf bzw. Ab können die verschiedenen Ausgangssignale **[► Aus- und Eingänge]** gewählt werden.

E0.970 Einstellen des **Emissionsgrades**. Durch Betätigen von Auf wird der Wert erhöht; Ab verringert den Wert (gilt auch für alle weiteren Funktionen). Der Emissionsgrad (**ε** - Epsilon) ist eine Materialkonstante, die die Fähigkeit eines Körpers, infrarote Energie auszusenden, beschreibt **[► Emissionsgrad]**.

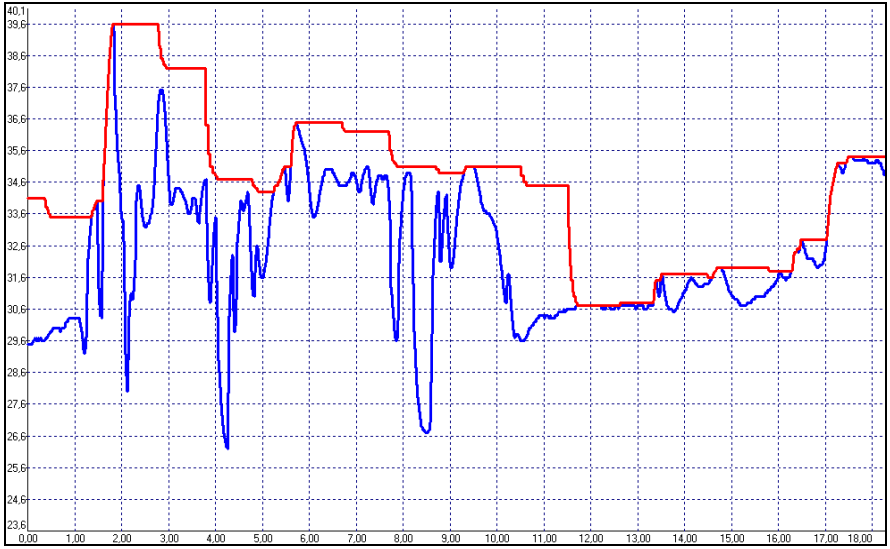
T1.000 Einstellen des **Transmissionsgrades**. Diese Funktion wird verwendet, falls zwischen Sensor und Objekt eine optische Komponente (z.B. Schutzfenster; Zusatzoptik) montiert wird. Die Standardeinstellung ist 1.000 = 100% (bei Messung ohne Schutzfenster etc.).

A 0.2 Einstellen der Zeit für die **Mittelwertbildung**. Bei Einstellen von **0.0** erscheint im Display **---** (Funktion deaktiviert). Bei dieser Funktion wird ein arithmetischer Algorithmus ausgeführt, um das Signal zu glätten. Die eingestellte Zeit ist die Zeitkonstante. Diese Funktion kann auch mit allen weiteren Nachverarbeitungsfunktionen kombiniert werden.

P---- Einstellen der Zeit für die **Maximumsuche**. Bei Einstellen von **0.0** erscheint im Display **---** (Funktion deaktiviert).
Bei dieser Funktion wird das jeweilige Signalmaximum gehalten; d.h. bei sinkender Temperatur hält der Algorithmus den Signalpegel für die eingestellte Zeit.
Nach Ablauf der Haltezeit fällt das Signal auf den zweithöchsten Wert bzw. sinkt um 1/8 der Differenz zwischen vorherigem Maximalwert und Minimalwert während der Haltezeit. Dieser Wert wird wiederum für die eingestellte Zeit gehalten. Danach fällt das Signal mit langsamer Zeitkonstante und folgt dem Verlauf der Objekttemperatur.

V---- Einstellen der Zeit für die **Minimumsuche**. Bei Einstellen von **0.0** erscheint im Display **---** (Funktion deaktiviert). Bei dieser Funktion wird das jeweilige Signalminimum gehalten. Der Algorithmus entspricht dabei dem für die Maximumsuche (invertiert).

Signalverlauf bei P----



— TProzess mit Maximumsuche (Haltezeit = 1s)
— TAktuell ohne Nachverarbeitung

u 0.0 Einstellen der **unteren Grenze des Temperaturbereiches**. Die minimale Differenz zwischen unterer und oberer Bereichsgrenze beträgt **20 K**. Wird die untere Grenze auf einen Wert ≥ obere Grenze gewählt, so wird die obere Grenze automatisch auf **[untere Grenze + 20 K]** gesetzt.

n 500.0 Einstellen der **oberen Grenze des Temperaturbereiches**. Die minimale Differenz zwischen oberer und unterer Bereichsgrenze beträgt **20 K**. Die obere Grenze lässt sich nur auf einen Wert = untere Grenze + 20 K einstellen.

[0.00 Einstellen der **unteren Grenze des Ausgabesignals**. Diese Einstellung ermöglicht die Zuordnung eines bestimmten Ausgabesignalpegels zur unteren Grenze des Temperaturbereichs. Der Einstellbereich entspricht dem gewählten Ausgabemodus (z.B. 0-5 V).

] 5.00 Einstellen der **oberen Grenze des Ausgabesignals**. Diese Einstellung ermöglicht die Zuordnung eines bestimmten Ausgabesignalpegels zur oberen Grenze des Temperaturbereichs. Der Einstellbereich entspricht dem gewählten Ausgabemodus (z.B. 0-5 V).

U °C Einstellen der **Temperatureinheit** [°C oder °F].

| 30.0 Einstellen der **unteren Alarmgrenze**. Dieser Wert entspricht Alarm 1 **[► Alarme/ Visuelle Alarme]** und dient damit auch der Einstellung des Schaltpunktes für Relais 1 (bei Verwendung der optionalen Relaisschnittstelle).

|| 100.0 Einstellen der **oberen Alarmgrenze**. Dieser Wert entspricht Alarm 2 **[► Alarme/ Visuelle Alarme]** und dient damit auch der Einstellung des Schaltpunktes für Relais 2 (bei Verwendung der optionalen Relaisschnittstelle).

XHEAD Einstellen der **Umgebungstemperaturkompensation**. In Abhängigkeit des Emissionsgrades des Messobjektes wird von der Oberfläche ein mehr oder weniger großer Anteil an Umgebungsstrahlung reflektiert. Um diesen Einfluss zu kompensieren, bietet diese Funktion die Möglichkeit, einen festen Wert für die Hintergrundstrahlung einzugeben.
Bei Anzeige von **XHEAD** erfolgt die Kompensation über den messkopfinternen Fühler. Ein Rückkehren zu **XHEAD** erfolgt durch gleichzeitiges Betätigen von **Auf** und **Ab**.

Speziell bei großen Unterschieden zwischen der Umgebungstemperatur am Objekt und der Messkopftemperatur empfiehlt sich die Nutzung der Umgebungstemperaturkompensation.

M 01 Einstellen der **Multidrop-Adresse**. In einem RS485-Netzwerk benötigt jeder Sensor eine eigene Adresse. Dieser Menüpunkt wird nur bei installierter RS485-Schnittstelle angezeigt.

B 9.6 Einstellen der **Baudrate** für die digitale Datenübertragung.

S ON Aktivierung (**ON**) und Deaktivierung (**OFF**) eines optionalen **Visierlasers [► Weiteres Zubehör]**. Durch Betätigen von **Auf** bzw. **Ab** wird eine 3 VDC-Spannung an den Anschluss-Pin **3V SW** geschaltet.

Fehlermeldungen

Im Display des CT können folgende Fehlermeldungen erscheinen:

- **OVER** Temperatur Überlauf
- **UNDER** Temperatur Unterlauf
- **^^^CH** Kopftemperatur zu hoch
- **vvvCH** Kopftemperatur zu niedrig

Software CompactConnect

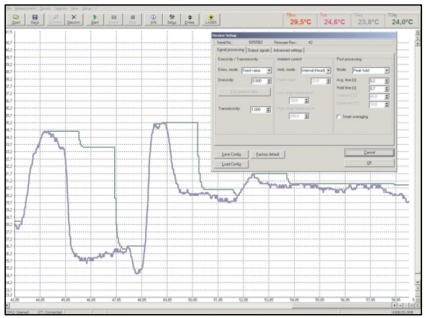
Installation

Minimale Systemvoraussetzungen:
- **Windows XP**
- **USB-Schnittstelle**
- **Festplatte mit mind. 30 MByte Speicherplatz**
- **Mindestens 128 MByte RAM**
- **CD-ROM-Laufwerk**

Legen Sie die Installations-CD in das entsprechende Laufwerk Ihres PC ein. Wenn die Autorun-Option auf Ihrem Computer aktiviert ist, startet der Installationsassistent (**Installation wizard**) automatisch.
Andernfalls starten Sie bitte **setup.exe** von der CD-ROM. Folgen Sie bitte den Anweisungen des Assistenten, bis die Installation abgeschlossen ist.

Nach der Installation finden Sie die Software auf Ihrem Desktop (als Programmsymbol) sowie im Startmenü unter: **[Start]\Programme\CompactConnect**.
Wenn Sie die Software deinstallieren wollen, nutzen Sie bitte **Uninstall** im Startmenü.

Eine detaillierte Softwarebeschreibung befindet sich auf der Software-CD.



Hauptfunktionen:

- Grafische Darstellung und Aufzeichnung der Temperaturmesswerte zur späteren Analyse und Dokumentation
- Komplette Parametrierung und Fernüberwachung des Sensors
- Programmierung der Signalverarbeitungsfunktionen
- Skalierung der Ausgänge und Parametrierung der Funktionseingänge

Kommunikationseinstellungen

Serielles Interface

Baudrate:	9,6...115,2 kBaud (einstellbar am Gerät oder über Software)
Datenbits:	8
Parität:	keine
Stopp bits:	1
Flusskontrolle:	aus

Protokoll

Alle CT-Sensoren verwenden ein binäres Protokoll. Alternativ können die Geräte auch auf ein ASCII-Protokoll umgeschaltet werden. Um eine schnelle Kommunikation zu erreichen, wird auf einen zusätzlichen Overhead mit CR, LR oder ACK Bytes verzichtet.

ASCII-Protokoll

Die Modelle **LT02, LT15, LT22, LT02H** und **LT10H** können durch Änderung des ersten Zeichens im 3. Block des Kopf-Kalibriercodes auf ASCII-Protokoll umgestellt werden. Dieses Zeichen muss von **0 auf 4** geändert werden (immer **+4**; d.h. beim CTex muss eine Änderung von **1 auf 5** erfolgen).
[► Austauschen des Messkopfes]

Beispiel: **Binär:** A6FG – 22KB – **0**AS0 (1.Block 2.Block 3.Block) **ASCII:** A6FG – 22KB – **4**AS0 (1.Block 2.Block 3.Block)

Nach Modifikation des Kopf-Kalibriercodes ist ein Reset nötig, um die Änderungen zu aktivieren. [► Bedienung]

Zur Umschaltung auf das ASCII-Protokoll können Sie auch folgenden Befehl verwenden:

Dezimal: 131
HEX: 0x83
Daten, Antwort: byte 1
Ergebnis: 0 – Binär-Protokoll
1 – ASCII-Protokoll

Speichern von Parametereinstellungen

Nach Einschalten des CT-Sensors ist der Flash-Modus aktiv, d.h. geänderte Parametereinstellungen werden im CT-internen Flash-EEPROM gespeichert und bleiben auch nach Ausschalten der Spannungsversorgung erhalten.
Falls sehr oft bzw. kontinuierlich Werte geändert werden sollen, kann das flashen der Parameter durch folgenden Befehl ausgeschaltet werden:

Dezimal: 112
HEX: 0x70
Daten, Antwort: byte 1
Ergebnis: 1 – Daten werden nicht in den Flash geschrieben
2 – Daten werden in den Flash geschrieben

Bei ausgeschaltetem Flash-Modus bleiben Parameteränderungen nur aktiv, solange der CT eingeschaltet ist. D.h. nach Ausschalten der Versorgungsspannung und Wiedereinschalten gehen die gesetzten Werte verloren. Mit dem Kommando 0x71 kann man den aktuellen Zustand abfragen.

Eine detaillierte Beschreibung des Protokolls und der Befehle finden Sie auf der CD CompactConnect im Verzeichnis: **Commands**.

Prinzip der Infrarot-Temperaturmessung

In Abhängigkeit von der Temperatur sendet jeder Körper eine bestimmte Menge infraroter Strahlung aus. Mit einer Temperaturänderung des Objektes geht eine sich ändernde Intensität der Strahlung einher. Der für die Infrarotmesstechnik genutzte Wellenlängenbereich dieser so genannten „Wärmestrahlung“ liegt zwischen etwa 1μm und 20μm. Die Intensität der emittierten Strahlung ist materialabhängig. Die materialabhängige Konstante wird als Emissionsgrad (ε - Epsilon) bezeichnet und ist für die meisten Stoffe bekannt (siehe Abschnitt Emissionsgrad).

Infrarot-Thermometer sind optoelektronische Sensoren. Sie ermitteln die von einem Körper abgegebene Infrarotstrahlung und berechnen auf dieser Grundlage die Oberflächentemperatur. Die wohl wichtigste Eigenschaft von Infrarot-Thermometern liegt in der berührungslosen Messung. So lässt sich die Temperatur schwer zugänglicher oder sich bewegender Objekte ohne Schwierigkeiten bestimmen. Infrarot-Thermometer bestehen im Wesentlichen aus folgenden Komponenten:

- Linse
- Spektralfilter
- Detektor
- Elektronik (Verstärkung/ Linearisierung/ Signalverarbeitung)

Die Eigenschaften der Linse bestimmen maßgeblich den Strahlengang des Infrarot-Thermometers, welcher durch das Verhältnis Entfernung (**D**istance) zu Messfleckgröße (**S**pot) charakterisiert wird. Der Spektralfilter dient der Selektion des Wellenlängenbereiches, welcher für die Temperaturmessung relevant ist. Der Detektor hat gemeinsam mit der nachgeschalteten Verarbeitungselektronik die Aufgabe, die Intensität der emittierten Infrarotstrahlung in elektrische Signale umzuwandeln.

Emissionsgrad

Definition

Die Intensität der infraroten Wärmestrahlung, die jeder Körper aussendet, ist sowohl von der Temperatur als auch von den Strahlungseigenschaften des zu untersuchenden Materials abhängig. Der Emissionsgrad (**ε** - Epsilon) ist die entsprechende Materialkonstante, die die Fähigkeit eines Körpers, infrarote Energie auszusenden, beschreibt. Er kann zwischen 0 und 100 % liegen. Ein ideal strahlender Körper, ein so genannter „Schwarzer Strahler“, hat einen Emissionsgrad von 1,0, während der Emissionsgrad eines Spiegels beispielsweise bei 0,1 liegt.
Wird ein zu hoher Emissionsgrad eingestellt, ermittelt das Infrarot-Thermometer eine niedrigere als die reale Temperatur, unter der Voraussetzung, dass das Messobjekt wärmer als die Umgebung ist. Bei einem geringen Emissionsgrad (reflektierende Oberflächen) besteht das Risiko, dass störende Infrarotstrahlung von Hintergrundobjekten (Flammen, Heizanlagen, Schamotte usw.) das Messergebnis verfälscht. Um den Messfehler in diesem Fall zu minimieren, sollte die Handhabung sehr sorgfältig erfolgen und das Gerät gegen reflektierende Strahlungsquellen abgeschirmt werden.

Bestimmung eines unbekannten Emissionsgrades

- ► Mit einem Thermoelement, Kontaktfühler oder ähnlichem lässt sich die aktuelle Temperatur des Messobjektes bestimmen. Danach kann die Temperatur mit dem Infrarot-Thermometer gemessen und der Emissionsgrad soweit verändert werden, bis der angezeigte Messwert mit der tatsächlichen Temperatur übereinstimmt.
- ► Bei Temperaturmessungen bis 380 °C besteht die Möglichkeit, auf dem Messobjekt einen speziellen Kunststoffaufkleber (Emissionsgradaufkleber – Bestell-Nr.: ACLSED). anzubringen, der den Messfleck

vollständig bedeckt. Stellen Sie nun den Emissionsgrad auf 0,95 ein und messen Sie die Temperatur des Aufklebers. Ermitteln Sie dann die Temperatur einer direkt angrenzenden Fläche auf dem Messobjekt und stellen Sie den Emissionsgrad so ein, dass der Wert mit der zuvor gemessenen Temperatur des Kunststoffaufklebers übereinstimmt.

► Tragen sie auf einem Teil der Oberfläche des zu untersuchenden Objektes, soweit dies möglich ist, matte, schwarze Farbe mit einem Emissionsgrad von mehr als 0,98 auf. Stellen Sie den Emissionsgrad Ihres Infrarot-Thermometers auf 0,98 ein und messen Sie die Temperatur der gefärbten Oberfläche. Anschließend bestimmen Sie die Temperatur einer direkt angrenzenden Fläche und verändern die Einstellung des Emissionsgrades soweit, bis die gemessene Temperatur der an der gefärbten Stelle entspricht.

WICHTIG: Bei allen drei Methoden muss das Objekt eine von der Umgebungstemperatur verschiedene Temperatur aufweisen.

Charakteristische Emissionsgrade

Sollte keine der oben beschriebenen Methoden zur Ermittlung Ihres Emissionsgrades anwendbar sein, können Sie sich auf die Emissionsgradtabellen ► **Anhang A und B** beziehen. Beachten Sie, dass es sich in den Tabellen lediglich um Durchschnittswerte handelt. Der tatsächliche Emissionsgrad eines Materials wird u.a. von folgenden Faktoren beeinflusst:

- Temperatur
- Messwinkel
- Geometrie der Oberfläche (eben, konvex, konkav)
- Dicke des Materials
- Oberflächenbeschaffenheit (poliert, oxidiert, rau, sandgestrahlt)
- Spektralbereich der Messung
- Transmissionseigenschaften (z.B. bei dünnen Folien)

Anhang A – Emissionsgradtabelle Metalle

Material		typischer Emissionsgrad			
Spektrale Empfindlichkeit		1,0 µm	1,6 µm	5,1 µm	8-14 µm
Aluminium	nicht oxidiert	0,1-0,2	0,02-0,2	0,02-0,2	0,02-0,1
	poliert	0,1-0,2	0,02-0,1	0,02-0,1	0,02-0,1
	aufgeraut	0,2-0,8	0,2-0,6	0,1-0,4	0,1-0,3
	oxidiert	0,4	0,4	0,2-0,4	0,2-0,4
Blei	poliert	0,35	0,05-0,2	0,05-0,2	0,05-0,1
	aufgeraut	0,65	0,6	0,4	0,4
	oxidiert		0,3-0,7	0,2-0,7	0,2-0,6
Chrom		0,4	0,4	0,03-0,3	0,02-0,2
Eisen	nicht oxidiert	0,35	0,1-0,3	0,05-0,25	0,05-0,2
	verrostet		0,6-0,9	0,5-0,8	0,5-0,7
	oxidiert	0,7-0,9	0,5-0,9	0,6-0,9	0,5-0,9
	geschmiedet, stumpf	0,9	0,9	0,9	0,9
	geschmolzen	0,35	0,4-0,6		
Eisen, gegossen	nicht oxidiert	0,35	0,3	0,25	0,2
	oxidiert	0,9	0,7-0,9	0,65-0,95	0,6-0,95
Gold		0,3	0,01-0,1	0,01-0,1	0,01-0,1
Haynes	Legierung	0,5-0,9	0,6-0,9	0,3-0,8	0,3-0,8
Inconel	elektropoliert	0,2-0,5	0,25	0,15	0,15
	sandgestrahlt	0,3-0,4	0,3-0,6	0,3-0,6	0,3-0,6
	oxidiert	0,4-0,9	0,6-0,9	0,6-0,9	0,7-0,95
Kupfer	poliert	0,05	0,03	0,03	0,03
	aufgeraut	0,05-0,2	0,05-0,2	0,05-0,15	0,05-0,1
	oxidiert	0,2-0,8	0,2-0,9	0,5-0,8	0,4-0,8
Magnesium		0,3-0,8	0,05-0,3	0,03-0,15	0,02-0,1

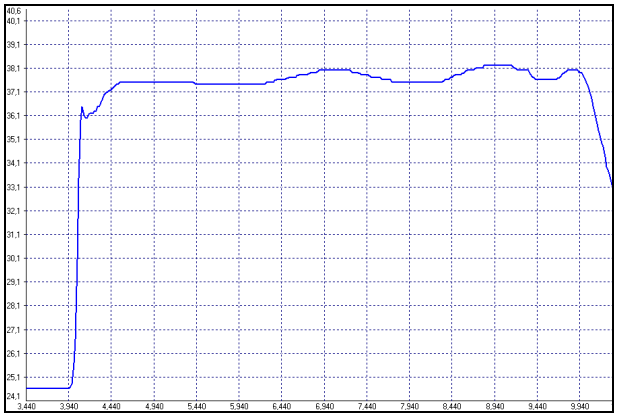
Material		typischer Emissionsgrad			
Spektrale Empfindlichkeit		1,0 µm	1,6 µm	5,1 µm	8-14 µm
Messing	poliert	0,35	0,01-0,5	0,01-0,05	0,01-0,05
	rau	0,65	0,4	0,3	0,3
	oxidiert	0,6	0,6	0,5	0,5
Molybdän	nicht oxidiert	0,25-0,35	0,1-0,3	0,1-0,15	0,1
	oxidiert	0,5-0,9	0,4-0,9	0,3-0,7	0,2-0,6
Monel (Ni-Cu)		0,3	0,2-0,6	0,1-0,5	0,1-0,14
Nickel	elektrolytisch	0,2-0,4	0,1-0,3	0,1-0,15	0,05-0,15
	oxidiert	0,8-0,9	0,4-0,7	0,3-0,6	0,2-0,5
Platin	schwarz		0,95	0,9	0,9
Quecksilber			0,05-0,15	0,05-0,15	0,05-0,15
Silber		0,04	0,02	0,02	0,02
Stahl	poliertes Blech	0,35	0,25	0,1	0,1
	rostfrei	0,35	0,2-0,9	0,15-0,8	0,1-0,8
	Grobblech			0,5-0,7	0,4-0,6
	kaltgewalzt	0,8-0,9	0,8-0,9	0,8-0,9	0,7-0,9
	oxidiert	0,8-0,9	0,8-0,9	0,7-0,9	0,7-0,9
Titan	poliert	0,5-0,75	0,3-0,5	0,1-0,3	0,05-0,2
	oxidiert		0,6-0,8	0,5-0,7	0,5-0,6
Wolfram	poliert	0,35-0,4	0,1-0,3	0,05-0,25	0,03-0,1
Zink	poliert	0,5	0,05	0,03	0,02
	oxidiert	0,6	0,15	0,1	0,1
Zinn	nicht oxidiert	0,25	0,1-0,3	0,05	0,05

Anhang B – Emissionsgradtabelle Nichtmetalle

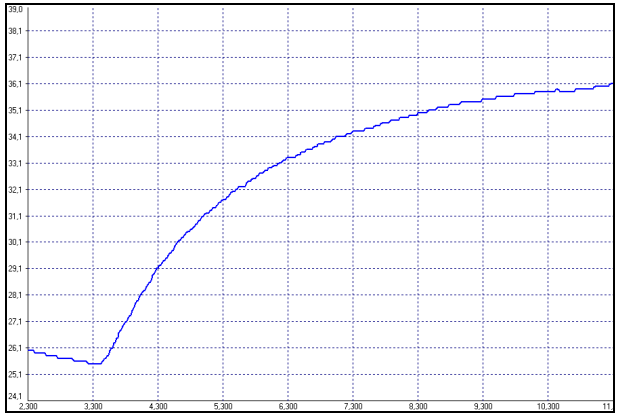
Material		typischer Emissionsgrad			
Spektrale Empfindlichkeit		1,0 µm	2,2 µm	5,1 µm	8-14 µm
Asbest		0,9	0,8	0,9	0,95
Asphalt				0,95	0,95
Basalt				0,7	0,7
Beton		0,65	0,9	0,9	0,95
Eis					0,98
Erde					0,9-0,98
Farbe	nicht alkalisch				0,9-0,95
Gips				0,4-0,97	0,8-0,95
Glas	Scheibe		0,2	0,98	0,85
	Schmelze		0,4-0,9	0,9	
Gummi				0,9	0,95
Holz	natürlich			0,9-0,95	0,9-0,95
Kalkstein				0,4-0,98	0,98
Karborund			0,95	0,9	0,9
Keramik		0,4	0,8-0,95	0,8-0,95	0,95
Kies				0,95	0,95
Kohlenstoff	nicht oxidiert		0,8-0,9	0,8-0,9	0,8-0,9
	Graphit		0,8-0,9	0,7-0,9	0,7-0,8
Kunststoff >50 µm	lichtundurchlässig			0,95	0,95
Papier	jede Farbe			0,95	0,95
Sand				0,9	0,9
Schnee					0,9
Textilien				0,95	0,95
Wasser					0,93

Anhang C – Adaptive Mittelwertbildung

Die Mittelwertbildung wird in der Regel eingesetzt, um Signalverläufe zu glätten. Über den einstellbaren Parameter Zeit kann dabei diese Funktion an die jeweilige Anwendung optimal angepasst werden. Ein Nachteil der Mittelwertbildung ist, dass schnelle Temperaturanstiege, die durch dynamische Ereignisse hervorgerufen werden, der gleichen Mittlungszeit unterworfen sind und somit nur zeitverzögert am Signalausgang bereitstehen. Die Funktion **Adaptive Mittelwertbildung (Smart Averaging)** eliminiert diesen Nachteil, indem schnelle Temperaturanstiege ohne Mittelwertbildung direkt an den Signalausgang durchgestellt werden.



Signalverlauf mit Smart Averaging-Funktion



Signalverlauf ohne Smart Averaging-Funktion